STUDI SASSARESI

Sezione III 1953 Volume I

ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ DI SASSARI

DIRETTORE: O. SERVAZZI

COMITATO DI REDAZIONE: R. BARBIERI - M. MARTELLI - V. MORANI - E. PAMPALONI

ORGANO UFFICIALE

DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI

GALLIZZI - SASSARI - 1953

St. Sass. III Agr.

PREFAZIONE

La III Sezione di « Studi Sassaresi » *ha inizio con questo primo volume degli* « Annali della Facoltà d'Agraria », *venendo così ad affiancarsi alle altre due sezioni, di Scienze giuridiche e di Scienze mediche e naturali, edite a cura della Società sassarese di Scienze mediche e naturali, il nobile sodalizio che da molti anni accoglie le forze più vive della cultura in Sassari.*

Sono trascorsi sei anni da quando fu istituita la Facoltà d'Agraria dell'Università degli Studi; pochi, se si considera che all'infuori dell'edificio ceduto dall'Amministrazione demaniale, tutto era da fare. È quindi con gratitudine che noi pensiamo a Coloro che, con raro spirito di adattamento e di sacrificio, seppero dare alla Facoltà stessa, oltre all'indispensabile attrezzatura, l'attuale fisionomia, ragione di orgoglio per noi ed impegno a progredire.

Ed è perciò che siamo lieti di ospitare, come primi, due lavori dei professori Servadei e Fabris, che furono i primi Presidi della nostra Facoltà e che, accogliendo il nostro invito, hanno riaffermato l'esistenza di quel legame ideale che unisce tutti coloro che hanno fatto parte della nostra famiglia. Gli altri lavori che pubblichiamo sono stati compiuti in questo ultimo anno e costituiscono i primi contributi degli Istituti della Facoltà: essi riguardano in massima parte ricerche e studi concernenti questioni della Sardegna. Ciò consegue al fatto che l'Isola offre allo studioso innumeri problemi di altissimo interesse, un campo si può dire illimitato di ricerche. Ma non è intenzione nostra limitare l'orizzonte dei nostri studi a questo solo, pur ricchissimo ed attraente campo; la Scienza infatti è, per sua natura, universale e non può essere ristretta entro confini.

Ci sia consentito, nel licenziare alle stampe i primi risultati del nostro lavoro, di formulare la speranza che la nostra opera, frutto di passione e di fatica, non deluda Coloro che hanno voluto creare in Sassari la Facoltà agraria della Sardegna. Noi, che ci sentiamo onorati di farne parte e grati di essere stati accolti con la tradizionale cordialità nella famiglia sarda, ci riteniamo impegnati a fare il possibile per essere pari a quanto da noi si attende.

La Direzione

STUDI SASSARESI

Sezione III 1953 Volume I

ANNALI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ DI SASSARI

COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY
17 JAN 1955
Eu. 567
SEPARATE

DIRETTORE: O. SERVAZZI
COMITATO DI REDAZIONE: R. BARBIERI - M. MARTELLI - V. MORANI - E. PAMPALONI

ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI

GALLIZZI - SASSARI - 1953

St. Sass. III Agr.

Istituto di Entomologia agraria
dell'Università di Padova
(Direttore: Prof. A. SERVADEI)

Il « Brachycerus albidentatus » Gyll. (Col. Curculionidae) in Sardegna.

ANTONIO SERVADEI.

Diverse sono le specie del genere *Brachycerus* Oliv., caratterizzato per le antenne brevi e robuste e per il pronoto provvisto di carene longitudinali, che vivono nel bacino del Mediterraneo ed in Sardegna il genere è rappresentato dal *B. undatus* F., dal *B. barbarus* L. con le varietà *libertinus* Fahrs. e *latro* Gyll. ed infine dal *B. albidentatus* Gyll. che è la specie più comune nell'Isola. I *Brachycerus* sopra ricordati vivono allo stato di larva a spese di bulbi di Gigliacee sia spontanee che coltivate. In Sardegna ed in Sicilia le coltivazioni di *Allium sativum* L. sono principalmente danneggiate dalle larve del *B. albidentatus* mentre nell'Italia continentale la stessa pianta è generalmente danneggiata da un'altra specie di *Brachycerus* e precisamente dal *B. algirus* F., ricordato dagli autori come presente nel Veneto, nell'Emilia, nel Lazio, nelle Puglie e nella Calabria.

La biologia di queste due ultime specie di *Brachycerus* è molto simile ed è stata illustrata da diversi autori tra i quali ricordo Vitale (1), Bongini (2), Della Beffa (3), Bargagli (4), Perris (5), Leprieur (6) e Go-

---

(1) VITALE F. - *Contributo alla biologia* del Brachycerus albidentatus *Gyll.* (Col. Curc.) - Mem. Soc. Entom. Ital., Vol. XII, 1933, Genova, pp. 142-149.

(2) BONGINI V. - *Un divoratore dell'Aglio* - Curiamo le piante, III, 1926, Alba — BONGINI V. - *Ancora sul* Brachycerus algirus *L.* - Curiamo le piante, IV, 1927 Alba, pag. 54.

(3) DELLA BEFFA G. - *Notizie sui Brachiceri nocivi all'Aglio* - 1927, Alba.

(4) BARGAGLI P. - *Rassegna biologica dei Rincofori Europei.* - Tip. Cenniniana, 1883-84, Firenze, pp. 1-420.

(5) PERRIS C. - *Notes sur les métamorphoses du* Brachycerus albidentatus *Gyll.* Ann. Soc. Entom. de France, 1873, pag. 132.

(6) LEPRIEUR E. - *Métamorphoses de* Brachycerus - Ann. Soc. Entom. de France, 1876, pag. 62.

mez (7), ma non tutti sono concordi su alcuni punti come ad esempio la modalità dell'ovideposizione, la località ove avviene la ninfosi, ecc. Per questo, avendo avuto la possibilità di compiere in Sardegna, nei dintorni di Sassari, per due annate consecutive di particolare infestazione, osserva-

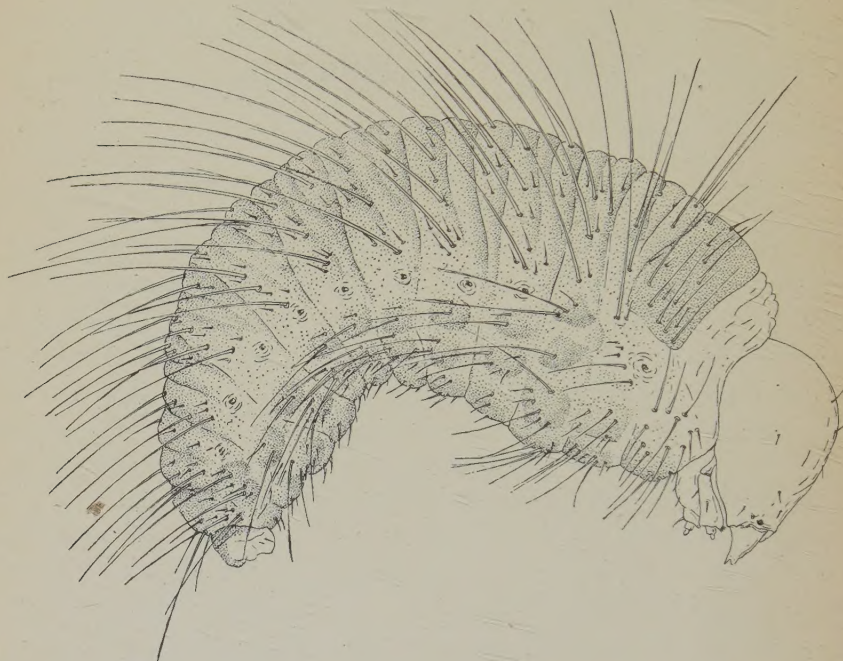



Fig. I. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva neonata veduta di fianco.

zioni sul comportamento del *B. albidentatus,* reputo opportuno pubblicare quanto ho potuto appurare facendo precedere ai dati biologici un breve cenno morfologico sulla larva neonata e sulla larva matura.

Larva neonata.
(fig. I)

La larva neonata, sensibilmente arcuata, è lunga, in posizione fisiologica, mm. 2,5; di colore giallo tendente al paglierino, presenta il capo e la regione notale del protorace di colore nocciola.

---

(7) Gomez C. - *El gorgojo de los ajos* (Brachycerus algirus, F.) - Bol. Pat. Veg. Ent. Agric., Vol. 7, 1934, Madrid, Nri. 27-30, pp. 104-114, 7 figg.

CAPO — Il *cranio* (figg. II, 1 e 2; III) è ipognato, al dorso notevolmente convesso, più corto della massima larghezza. Le lamine ipostomali, data la brevità della barra tentoriale, sono abbastanza ravvicinate tra loro e mostrano, in corrispondenza dell'articolazione dei cardini mascellari, una leggera prominenza in cui è scavata una piccola fossetta che accoglie l'estremità prossimale del cardine. L'apodema ipostomale è ridotto ad una sclerificazione che si prolunga

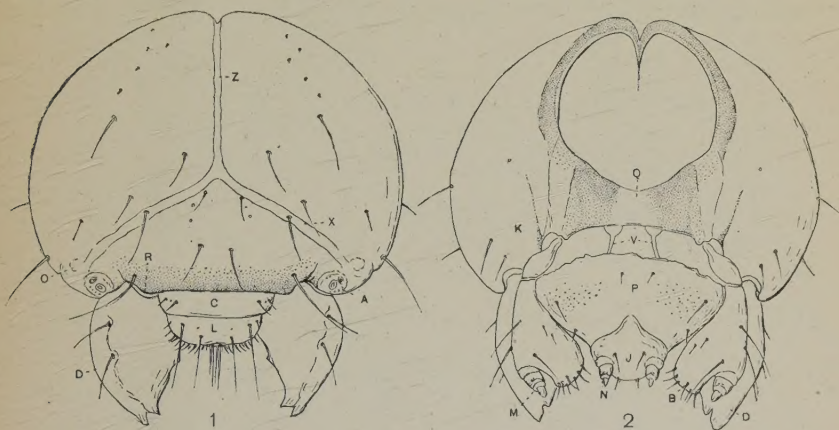



Fig. II — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva neonata. 1. Capo dal dorso. 2. Lo stesso dal ventre: *A*, antenna; *B*, lobario; *C*, clipeo; *D*, mandibole; *J*, prelabio; *K*, lamine ipostomali; *L*, Labbro superiore; *M*, palpi mascellari; *N*, palpi labiali; *O*, ocelli; *P*, postlabio; *Q*, barra tentoriale; *R*, condilo craniale per l'articolazione anteriore delle mandibole; *V*, bracci del tentorio; *X*, sutura divergente; *Z*, sutura metopica.

fino agli apodemi pleurostomali; l'apodema epistomale è ben evidente. I condili per l'articolazione anteriore delle mandibole, come pure le fossette glenoidali per l'articolazione posteriore di queste, non sono molto pronunciati. Il foro occipitale, subcircolare e delimitato da un cercine sclerificato, è ampio ed occupa gran parte della faccia posteriore del cranio. I due bracci del tentorio, sono esili: partono dalla barra tentoriale e si dirigono, divergendo leggermente, verso il dorso e terminano saldandosi alla volta cranica in prossimità delle antenne.

Il cranio presenta 20 setole disposte come segue.

Al dorso sono presenti: tre paia frontali (di cui uno suturale, uno subanteriore mediale, uno posteriore mediale), un paio latero anteriore, un paio suturale, un paio postsuturale, un paio sublaterale anteriore, un paio posteriore e un paio submediale.

Al ventre si notano due paia latero anteriori ed un paio laterale.

Sparsi e nella posizione indicata dalle figure sono inoltre presenti 12 sensilli.

Gli *ocelli*, non bene differenziati, sono indicati da un'area chiara, appena rilevata sulla superficie del cranio, di forma subcircolare a contorni irregolari e non ben definiti, situata in vicinanza delle antenne e separata da queste dalla sutura divergente (fig. IV,1). Le *antenne* (fig. IV,1), poste al margine latero anteriore della fronte, sono ridotte a una cupoletta membranosa che sopporta due vistosi sensilli subellissoidali ed altri sette sen-

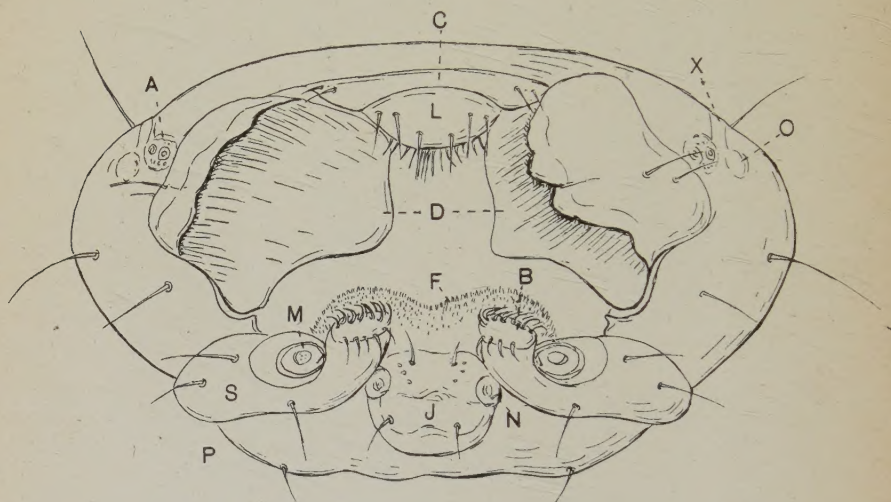



Fig. III. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva neonata. 1. Capo veduto oralmente: *A*, antenna; *B*, lobario; *C*, clipeo; *D*, mandibole; *F*, formazione prefaringea; *J*, premento; *L*, labbro superiore; *M*, palpo mascellare; *N*, palpo labiale; *O*, ocelli; *P*, postlabio; *S*, stipite; *X*, suture divergenti.

silli basiconici di dimensioni notevolmente ridotte. Il *clipeo* (fig. IV, 2) subrettangolare, presenta l'anteclipeo glabro ed il postclipeo fornito di due paia di setole laterali subprossimali ed al margine latero prossimale formazioni tegumentali spiniformi. Il *labbro superiore* (fig. IV, 2) ha gli angoli arrotondati e dorsalmente porta tre paia di lunghe setole, di cui quelle latero posteriori sono le più ridotte, e due placoidi; al margine distale, entro una cavità, sono inserite sei setole di varia lunghezza come mostra la figura. La volta palatina (fig. IV, 3), ricca di setole disposte più o meno simmetricamente, mostra le lamine palatine sensibilmente rilevate. Le

mandibole (fig. IV, 4 e 5), simili tra loro, poco più lunghe che larghe, sono distalmente bidentate, con denti non molto pronunciati ed arrotondati; al margine adorale dorsale si nota un altro piccolo dente triangolare. *Mascelle* (fig. V, 1). Il c a r d i n e è glabro e veduto dal ventre ha forma triangolare; lo s t i p i t e , lungo il doppio della sua larghezza mediale, porta tre lunghe setole laterali e due più brevi spostate verso il

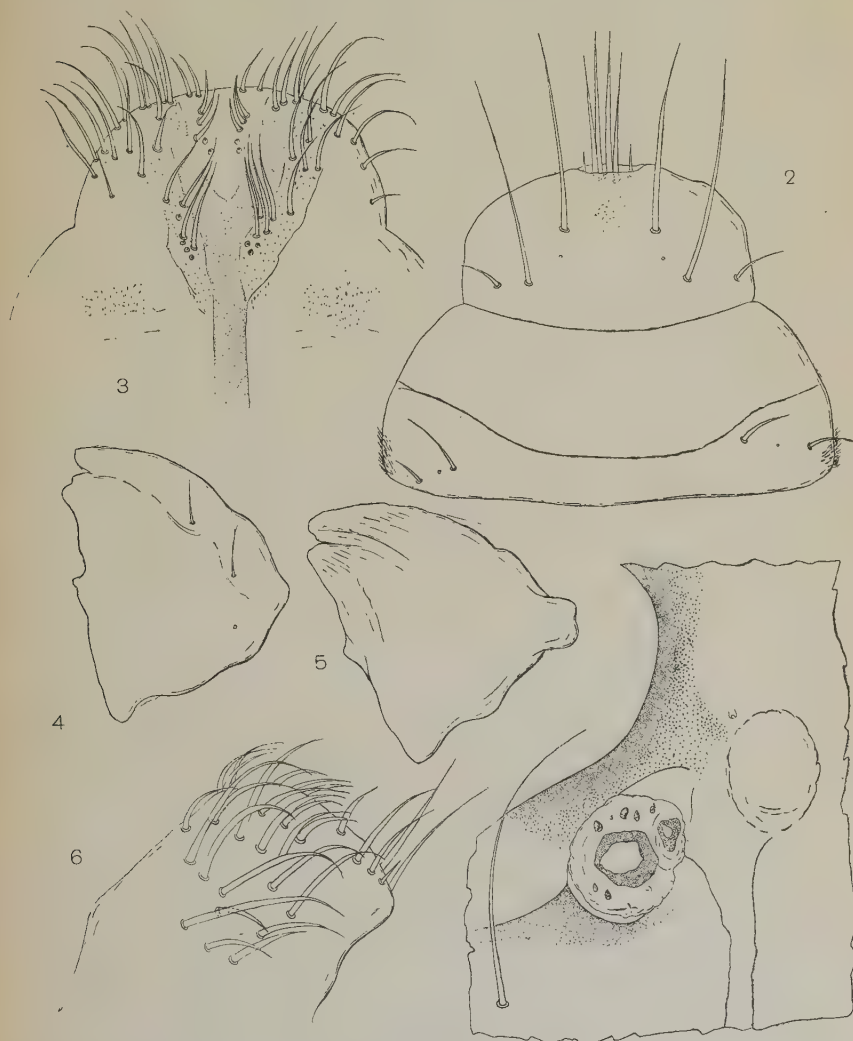



Fig. IV. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva neonata - 1. Antenna e ocello a forte ingrandimento. - 2. Labbro superiore e clipeo. - 3. Palato. - 4. Mandibola destra dal dorso. - 5. Mandibola sinistra dal ventre. - 6. Lobario veduto dorsalmente.

margine interno. Il l o b a r i o (fig. IV, 6), di forma tozza, è prossimalmente intimamente fuso con lo stipite e raggiunge in lunghezza quasi la metà del secondo articolo del palpo; distalmente sopporta brevi e grosse setole, più numerose al dorso. Il p a l p o, biarticolato, presenta il primo articolo subcilindrico con due sensilli placoidei ed un breve pelo; il secondo articolo, più breve del primo, è fornito di 12 o 13 sensilli basiconici distali

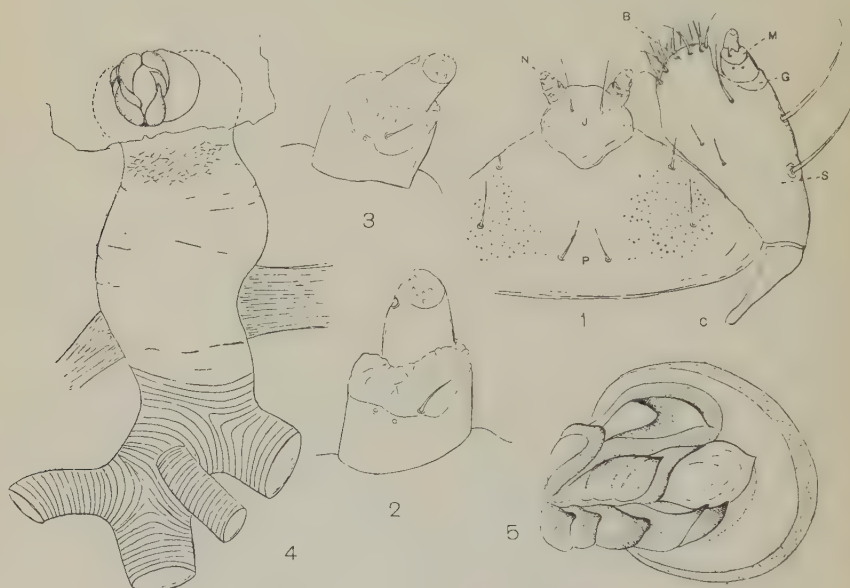



Fig. V. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva neonata. - 1. Mascella e labbro inferiore. - 2. Palpo mascellare fortemente ingrandito. - 3. Palpo labiale pure a forte ingrandimento. - 4. Spiracolo tracheale. - 5. Altro spiracolo più ingrandito: *B*, lobario; *C*, cardine; *G*, palpigero; *J*, prelabio; *M*, palpo mascellare; *N*, palpo labiale; *P*, postlabio; *S*, stipite.

e di un vistoso sensillo placoideo sul lato esterno. Il l a b b r o i n f e r i o r e (fig. V, 1), subtrapezoidale è sensibilmente ristretto nella parte distale. Il p r e l a b i o, cuoriforme, leggermente sclerificato, mostra tre coppie di setole distali e due piccoli sensilli placoidei; il p o s t l a b i o è submembranoso e fornito di tre coppie di setole disposte più o meno simmetricamente. I p a l p i l a b i a l i sono biarticolari con l'articolo prossimale subcilindrico che, come quello mascellare, presenta due sensilli placoidei ed un breve pelo; l'articolo distale, tronco-conico mostra dai 9 ai 10 sensilli basiconici distali ed un vistoso sensillo placoideo subdistale esterno.

La *ligula* sporge appena dai palpi ed è provvista di quattro brevi peli. La *prefaringe* è vistosa e ricca di microformazioni spiniformi. (fig.III, F).

TORACE — (figg. I, VI, VII) Il *meso* ed il *metatorace* sono ricoperti al dorso, ai lati ed in ristrette aree ventrali da microformazioni spiniformi mentre il *protorace* presenta queste microformazioni solo ai lati e al ventre dato che la parte tergale è quasi completamente occupata da un'area sclerificata e pigmentata. Il mesotorace è suddiviso al dorso da due profondi solchi che delimitano tre aree, mentre il metatorace presenta un solo solco ben evidente.

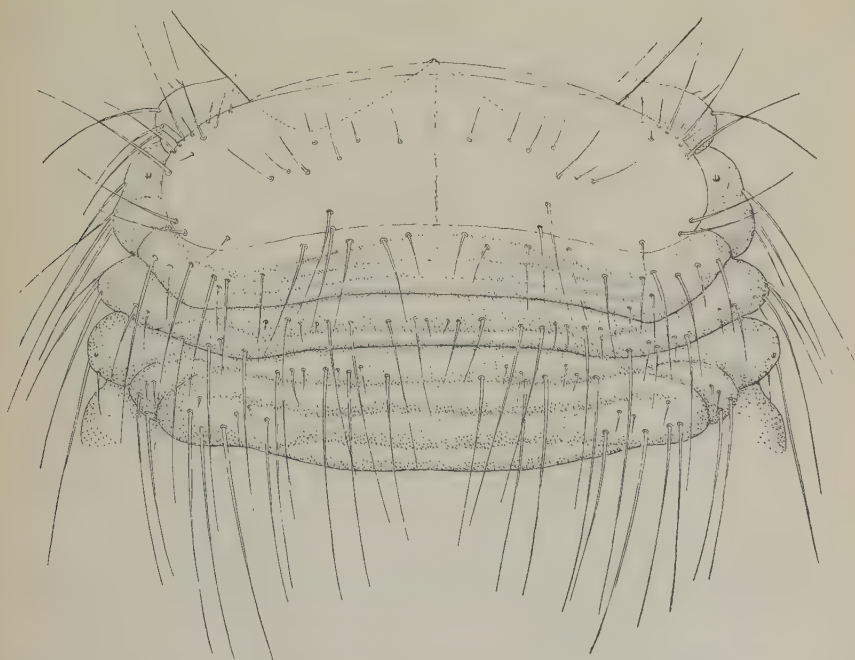



Fig. VI. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva neonata - Torace e primo urite dal dorso.

Il torace presenta le setole ed i peli così disposti:

Protorace: 8 notali subanteriori, 6 notali posteriori, 4 (2 per lato) laterali posteriori, 12 (6 per lato) latero ventrali, 4 (2 per lato) sottostigmatiche, 14 (7 per lato) pedali e 14 sternali.

Mesotorace: 10 notali anteriori, 14 notali posteriori, 10 (cinque per lato) pleurali, 12 (6 per lato) latero ventrali, 14 (7 per lato) pedali ed 8 sternali.

Metatorace: 18 notali anteriore, 14 notali posteriori, 12 (6 per lato) pleurali, 12 (6 per lato) latero ventrali, 14 (7 per lato) pedali e 8 sternali.

ADDOME — (figg. I, VIII e IX). I primi 7 uriti non diversificano tra loro che per la graduale diminuzione di dimensioni dal primo al settimo. Al dorso sono percorsi da due accentuati solchi traversi che delimitano tre vistosi rilievi; ai lati, sotto gli spiracoli tracheali si notano per ogni urite due mammelloni sensibilmente pronunciati. L'ottavo urite presenta un solo solco dorsale non molto accentuato ed anche i mammelloni laterali

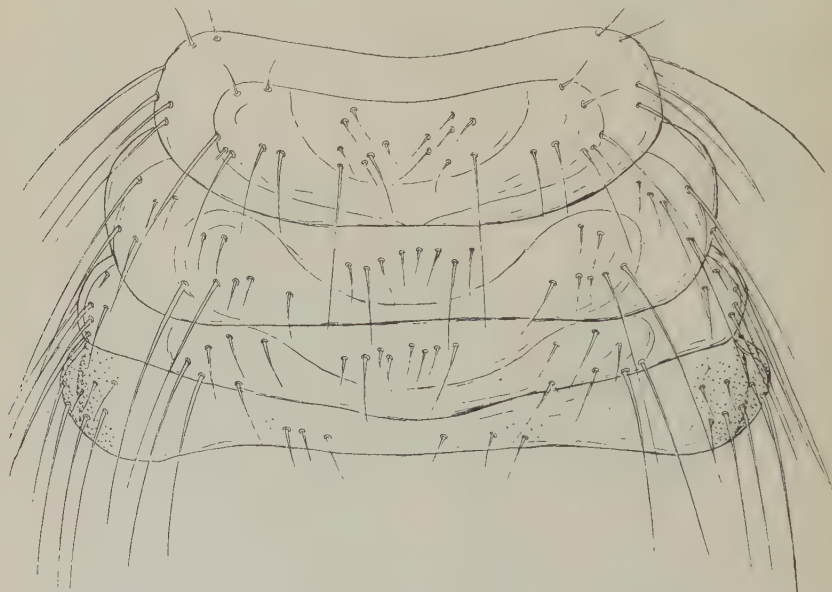



Fig. VII. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva neonata - Torace e primo urite dal ventre.

sono meno pronunciati. Il nono urite è molto ridotto con semplice accenno del solco trasverso dorsale e dei mammelloni laterali. Il decimo è ridotto ad un piccolo mammellone che sporge ventralmente al nono.

Le setole ed i peli dell'addome sono così disposti:

Uriti I-VII: 12 dorsali sul rilievo anteriore; 22 dorsali sul rilievo posteriore (il rilievo mediano non porta nè peli nè setole), 4 (due per parte) sottostimagtiche, 14 (7 per parte) latero ventrali e 6 sternali.

Urite VIII: 6 dorsali sul rilievo anteriore, 16 dorsali sul rilievo posteriore, 4 (2 per lato) sottostigmatiche, 16 (8 per parte) latero ventrali e 6 sternali.

Urite IX: 14 dorsali, 14 (7 per lato) latero ventrali e 6 sternali (8).

La larva neonata è provvista di nove paia di spiracoli tracheali. Il primo paio che sbocca tra il protorace ed il mesotorace presenta il peritrema più ampio di quello degli spiracoli addominali che sboccano rispettivamente nei primi otto uriti. La costituzione degli spiracoli toracici è simile a quella degli addominali. Nella zona peristigmatica si notano

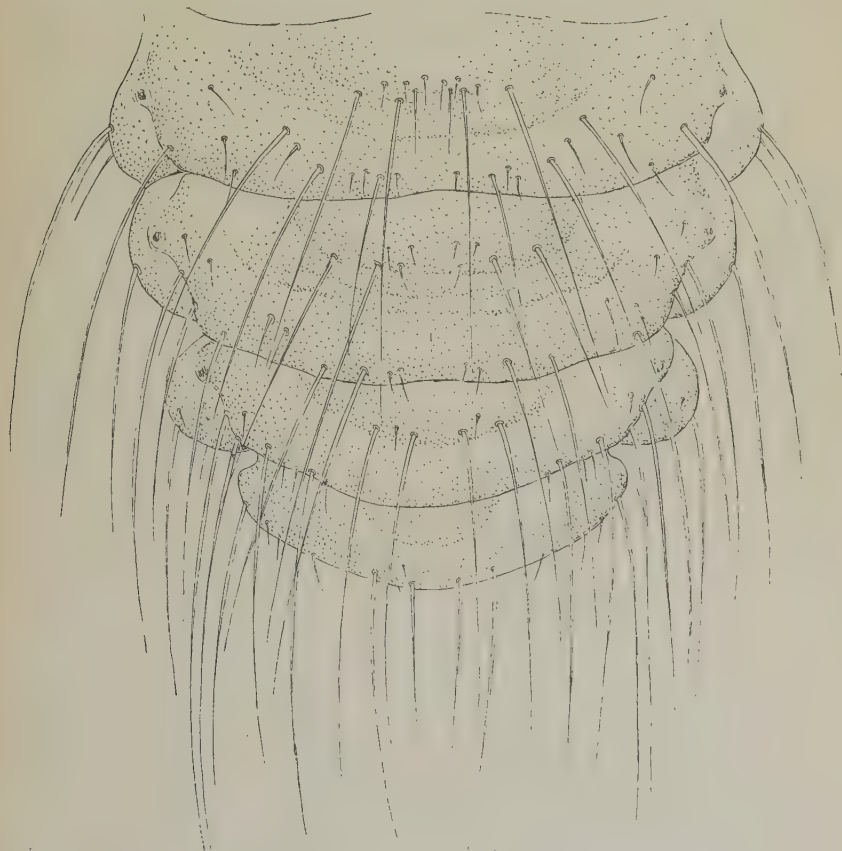



Fig. VIII. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva neonata - Ultimi uriti dal dorso.

due serie di lamine sclerificate, sovrapposte le une alle altre ed in parte anche al peritrema in numero di 8 disposte 3 da un lato e 5 dall'altro come appare dalla fig. V, 4 e 5.

---

(8) Non sempre il numero delle setole e dei peli sia nel torace che nell'addome è costante ed a volte si nota qualche elemento in più o in meno.

Larva matura.
(fig. X - Tav. I, 7)

La larva matura, di colore giallo paglierino, col capo marrone scuro macchiato di tratti più chiari, è sensibilmente ripiegata a C e nella posizione fisiologica misura mm. 15 di lunghezza e mm. 8-9 di larghezza.

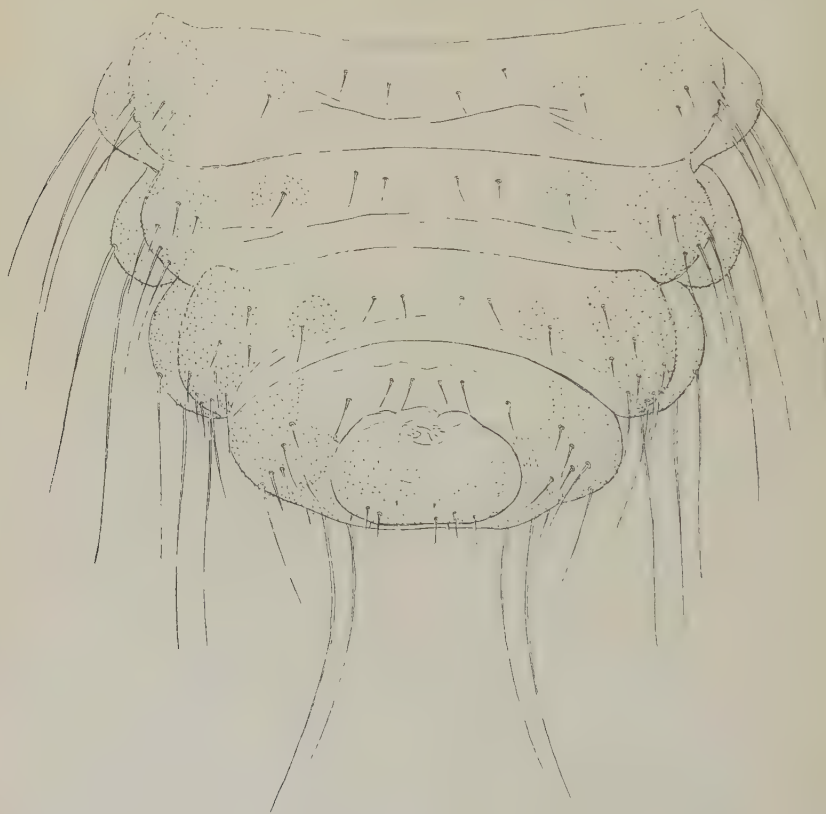



Fig. IX. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva neonata - Ultimi uriti dal ventre.

Capo — Il cranio (figg. XI, 1 e 2; XII) differisce da quello della neonata, oltre naturalmente alle dimensioni, principalmente per la forma dato che anzichè essere più corto della sua massima larghezza è largo quanto lungo e per il foro occipitale più lungo che largo. La chetotassi non differisce da quella precedentemente descritta e l'unica differenza consiste nella

lunghezza delle setole che in proporzione sono molto più brevi di quelle del capo della neonata. Nulla da segnalare per le antenne e per gli *ocelli* (figg. XIV, 1); questi ultimi anche nella larva matura sono semplicemente indicati da un'area subcircolare più chiara, a contorni non ben definiti e appena rilevata sulla superficie del cranio. Le lamine iposto-

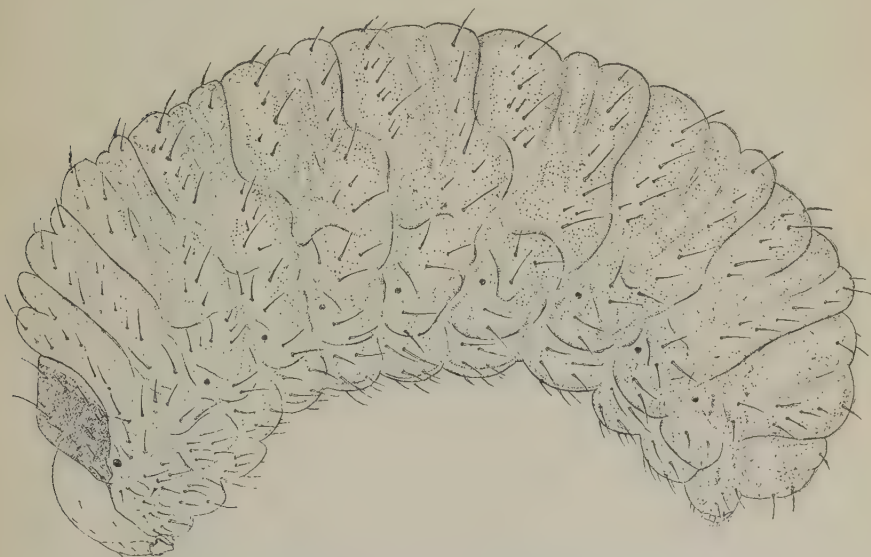



Fig. X. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva matura veduta di fianco.

mali sono ben sviluppate e sclerificate, poco distanziate tra loro. Il tentorio, esile, presenta le stesse caratteristiche e lo stesso andamento riscontrato nella larva neonata. Anche le altre formazioni endoscheletriche (apodema ipostomale, apodema epistomale e apodemi pleurostomali) non mostrano differenze degne di nota. Le suture, pur presentando il medesimo andamento di quelle della larva neonata, sono molto meno accentuate. Il *clipeo* (fig. XIII, 1) è subtrapezoidale con l'anteclipeo glabro, submembranoso, ed il postclipeo leggermente sclerificato e fornito, come quello della larva neonata, di due coppie di setole, di due placoidi e di microformazioni spiniformi agli angoli prossimali. Il *labbro superiore* (fig. XIII, 1), simile come forma, differisce da quello della larva neonata per presentare le setole, in proporzione molto più brevi. Così pure nel *palato* (fig. XIII, 2) le

setole sono brevi ed alcune lanceiformi. Le *mandibole* (fig. XIII, 3 e 4) robuste, subpiramidali non diversificano da quelle già descritte e lo stesso può dirsi per le *mascelle* (fig. XIV, 2). Il *labbro inferiore* (fig. XIV, 2) pre-

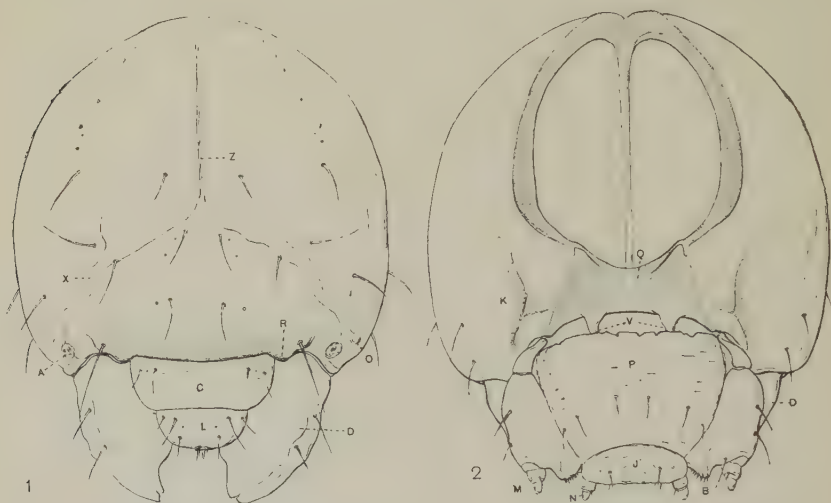



Fig. XI. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva matura - 1 Capo veduto dal dorso - 2. Lo stesso dal ventre: *A*, antenne; *B*, lobario; *C*, clipeo; *D*, mandibole; *J*, prelabio; *K*, lamine ipostomali; *L*, labbro superiore; *M*, palpi mascellari; *N*, palpi labiali; *O*, ocelli; *P*, postlabio; *Q*, barra tentoriale; *R*, condilo craniale per l'articolazione anteriore delle mandibole; *V*, bracci del tentorio; X, suture divergenti; *Z*, sutura metopica.

senta al contrario il p r e l a b i o molto meno allungato (lungo appena la metà della sua massima larghezza) e così pure il p o s t l a b i o è proporzionalmente più largo e ricopre in tal modo parte degli stipiti mascellari. A parte queste differenze di forma nulla è da segnalare per i p a l p i , per la *ligula*, per la *prefaringe* e per la chetotassi.

Torace (fig. X). — Come costituzione generale è simile a quello della larva neonata e presenta come questo la regione pronotale quasi completamente occupata da un'area sclerificata e pigmentata. Il *meso* ed il *metatorace* sono simili tra loro e suddivisi dorsalmente da un pronunciato solco mediano trasversale che viene a delimitare due vistosi rilievi. Nella regione pleurale si notano tre vistosi mammelloni di cui i due più dorsali hanno forma subtriangolare, mentre il terzo è subrettangolare.

Addome (fig. X). — I primi sette uriti non differiscono tra loro come forma. Nella regione tergale presentano ciascuno due profondi solchi trasversi che delimitano tre rilievi molto pronunciati; di questi rilievi quello anteriore è il più sviluppato e quello mediano è il più ristretto. Nella zona pleurale si notano due rilievi mammellonari (quello soprastigmatico subtriangolare, quello sottostigmatico subellissoidale) molto accentuati. Latero ventralmente vi è un'altro mammellone subrettangolare. L'ottavo urite diversifica dai precedenti per presentare un solo solco trasverso e conseguentemente due soli rilievi dorsali; i rilievi mammellonari pleurali sono

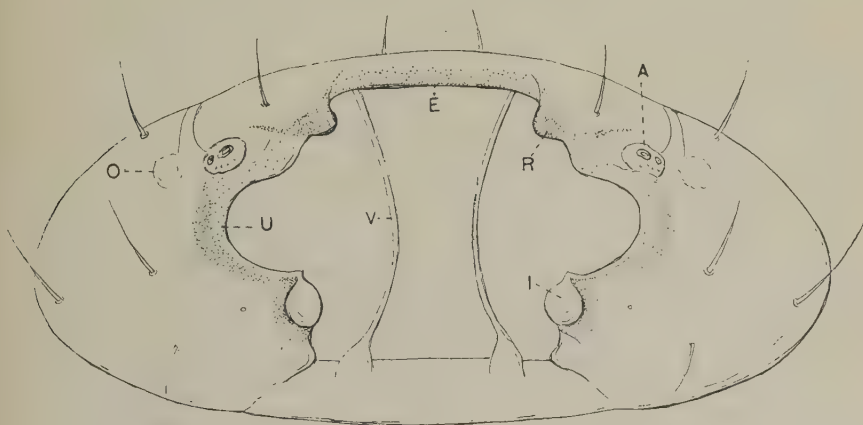



Fig. XII. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva matura - Capo veduto oralmente (i pezzi boccali sono stati tolti ad arte): *A*, antenne; *E*, apodema epistomale; *I*, fossette glenoidali per l'articolazione posteriore delle mandibole; *O*, ocelli; *R*, condilo craniale per l'articolazione anteriore delle mandibole; *U*, apodema pleurostomale; *V*, bracci del tentorio; *X*, suture divergenti.

molto meno accentuati di quelli degli uriti precedenti. Il nono urite, notevolmente ridotto rispetto all'ottavo, come questo presenta al dorso un solo solco, poco pronunciato, ed i rilievi mammellonari pleurali appena accennati. Il decimo, in proporzione è molto meno sviluppato di quello della larva neonata dal quale per altro non presenza differenze degne di nota.

La chetotassi del torace e dell'addome non differisce sostanzialmente da quella già descritta ad eccezione della notevole brevità delle setole.

La larva matura è provvista di 9 paia di spiracoli tracheali: un paio tra il pro - ed il mesotorace ed un paio in ognuno dei primi otto uriti.

Lo stigma presenta un'apertura circolare (fig. XIV, 6) ed è privo delle lamine sclerificate che si trovano, come si è visto, nella zona peristigmatica, in parte sovrapposte al peritrema, degli spiracoli tracheali della larva neonata.

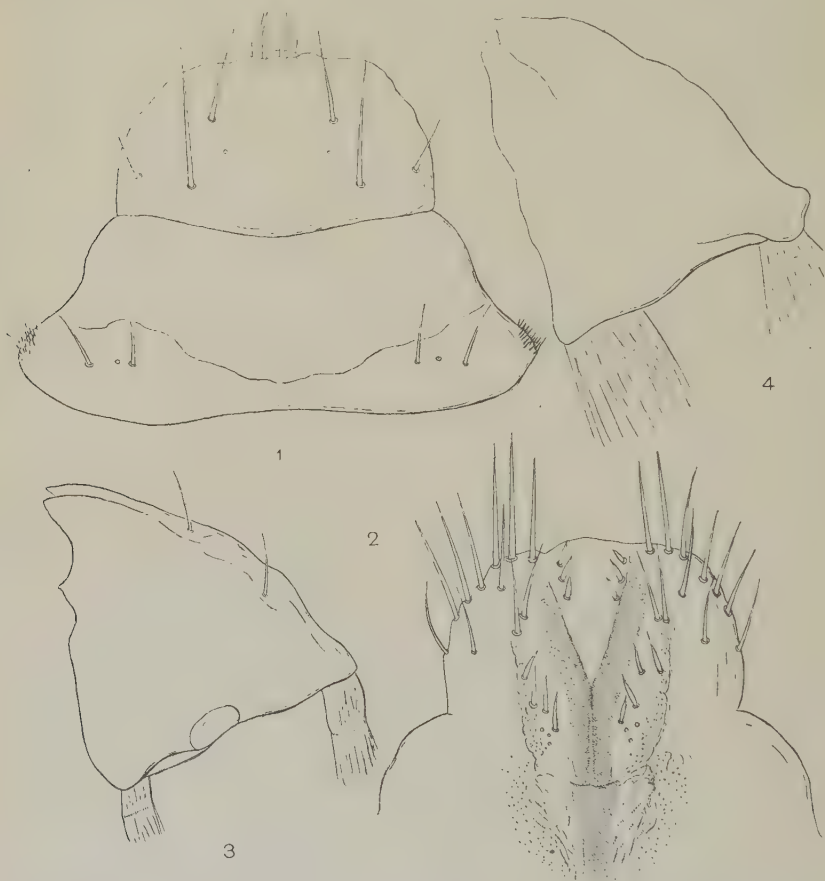



Fig. XIII. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva matura. - 1. Labbro superiore e clipeo. - 2. Palato. - 3. Mandibola destra veduta dal dorso - 4. Mandibola sinistra veduta dal ventre.

Biografia.

I primi adulti, in Sardegna, compaiono nel mese di ottobre ed è facile vederli sostare, specialmente nelle giornate piovose quando il terreno è umido, su pietre, su muretti ed anche sul terreno specialmente nelle zone battute. Questi adulti, comparsi in anticipo rispetto alla massa, non

ricercano cibo e, dopo essersi trattenuti per un tempo variabile, in dipendenza della maggiore o minore umidità, alla superficie del suolo, si rifugiano di nuovo o nel terreno od in altri ripari costituiti preferibilmente

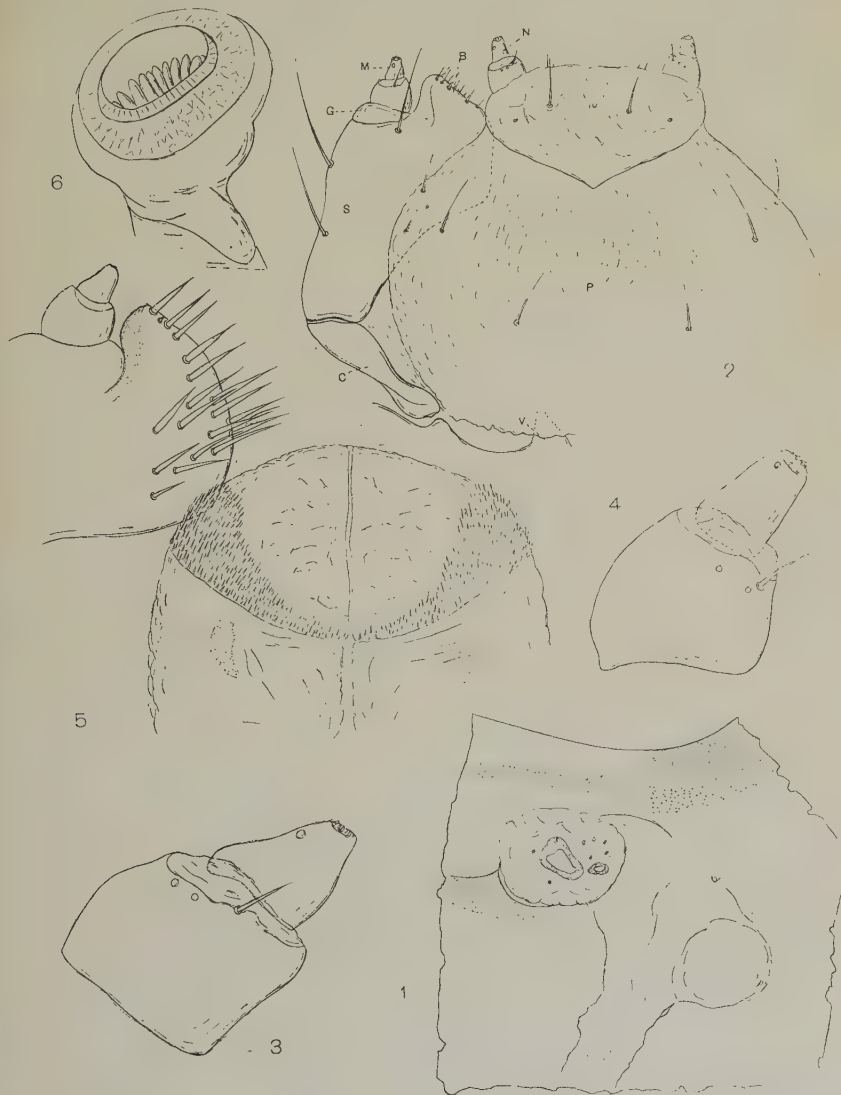



Fig. XIV. — *Brachycerus albidentatus* Gyll. - Larva matura - 1. Antenna ed ocello, 2. Mascella e labbro inferiore. - 3 Palpo mascellare fortemente ingrandito. - 4. Palpo labiale a forte ingrandimento. - 5. Palpo mascellare e lobario veduti dorsalmente. - 6. Spiracolo tracheale dell'ottavo urite: *B*, lobario; *C*, cardine; *G*, palpigero; *J*, prelabio; *M*, palpo mascellare; *N*, palpo labiale; *P*, postlabio; *S*, stipite.

dalle screpolature dei muri o da pietre, per ricomparire in massa nei primi giorni di marzo.

Gli adulti del *B. albidentatus* Gyll. pur non essendo atti al volo per la mancanza delle ali posteriori e pur muovendosi lentamente, ricercano i campi coltivati ad Aglio e si portano in questi, adattandosi, solo in mancanza dell'Aglio coltivato, ad attaccare altre Agliacee spontanee. Le prime erosioni praticate alle foglie dell'*Allium sativum* L. o di altre Agliacee spontanee si riscontrano solo verso la metà del mese di gennaio. L'erosione viene iniziata ai margini fogliari (Tav. I, fig. 6) e raggiunge la nervatura mediana, che a volte può essere rispettata, ma nelle forti infestazioni tutta la parte verde delle foglie viene distrutta con la conseguente morte della giovane pianta.

Dopo essersi abbondantemente nutriti gli adulti comparsi precocemente, iniziano nel mese di gennaio, generalmente nella seconda quindicina, gli accoppiamenti, che si susseguono fino a tutto il mese di marzo, epoca in cui, come è stato detto, vi è l'uscita in massa dai quartieri invernali. La durata dell'accoppiamento è variabile. Secondo Vitale (9), che ha studiato il comportamento della specie in Sicilia, gli accoppiamenti avvengono di preferenza nelle ore pomeridiane ed hanno la durata di circa sei ore. In Sardegna ho avuto occasione di osservare per diverse volte, sia in cattività che sul campo, accoppiamenti che iniziatisi al mattino si sono prolungati fino a sera per una durata di circa dodici ore, mentre a volte ho osservato accoppiamenti la cui durata ha oscillato tra le cinque e le sei ore.

In Sardegna le prime ovideposizioni si verificano nella seconda quindicina di marzo analogamente a quanto ha costatato Vitale in Sicilia. Secondo altri autori, tra i quali il Perris (10), l'ovideposizione avverrebbe in settembre ottobre ma questa discordanza dipende probabilmente da diverse condizioni ecologiche alle quali l'insetto si è adattato ed alle stesse cause con ogni probabilità sono dovute le diverse modalità di deposizione delle uova. Per quanto ho potuto appurare i germi o sono deposti entro una piccola celletta scavata dalla femmina col rostro sotto l'involucro fogliaceo di un bulbillo o deposti isolati o a gruppi di due o tre elementi a contatto con lo stelo della pianta ospite, o sono abbandonati semplicemente nel terreno in prossimità di piante di Aglio e l'unica cura della femmina è quella di ricoprirle con un leggero strato di terra (Tav. 1, fig. 4).

---

(9) Vedi nota (1) pag. 1.
(10) Vedi nota (5) pag. 1.

Appena deposte le ova, di forma subellissoidale, col corion notevolmente resistente, sono bianco lattee e presentano una lunghezza variabile dai due ai tre millimetri.

L'incubazione dura all'incirca una settimana. Le larve neonate, se l'ovo era stato deposto nel bulbo, iniziano subito l'erosione; se invece i germi erano stati deposti nel terreno in vicinanza degli steli delle piante ospiti o a contatto di questi, le larve raggiungono il bulbo più vicino e penetrano in questo chiudendo sempre accuratamente con rosura e con deiezioni il foro di entrata. La galleria scavata dalle larve nei bulbulli ha forma di camera e viene gradatamente ingrandita fino ad interessare, nella generalità dei casi, tutto il bulbillo di cui rimane intatta la sola parete esterna. Le larve passano poi ad un secondo bulbillo che viene a sua volta svuotato e per raggiungere la maturità distruggono completamente o quasi dai tre ai quattro bulbilli in dipendenza della maggiore o minore grandezza di questi. Per quanto ho potuto costatare, in Sardegna, nella quasi totalità dei casi si riscontra, anche nelle forti infestazioni, una sola larva per pianta.

La durata della vita larvale è piuttosto lunga; le prime larve mature si notano verso la fine del mese di giugno impiegando circa tre mesi per raggiungere la maturità.

La larva matura abbandona il bulbo (Tav. I, fig. 8) entro cui si era sviluppata ed in prossimità di questo, a volte anche a contatto di questo, costruisce nel terreno una celletta, comprimendo col capo il terreno circostante e riveste poi la celletta ricavata in tal modo col secreto dei tubi malpighiani. Viene così a costruire un bozzolo, aderente al terreno circostante, molto friabile e di colore bruno scuro (11).

La trasformazione in pupa avviene dopo circa una ventina di giorni. Gli impupamenti hanno inizio nel mese di luglio ma continuano fino al mese di agosto data la scalarità delle ovideposizioni che come si è visto durano dal marzo all'aprile. La ninfosi ha la durata di circa un mese ed i primi adulti sono già completamente formati alla fine di luglio; entro agosto tutte le pupe sono già trasformate in immagini. In funzione delle condizioni atmosferiche il comportamento di questi adulti neosfarfallati è diverso. Infatti se il terreno è secco e non si verificano precipitazioni

---

(11) Ricordo che alcuni autori tra i quali VITALE (Cfr. nota 1 a pag. 1) e BALACHOWSKY A. e MESNIL L. - *Les Insectes nuisibles aux Plantes cultivées*, Paris, 1935-1936, pp. 1 - 121, figg. 1 - 1369, tavv. I-VIII) escludono che la larva matura abbandoni il bulbo entro cui si è sviluppata per andarsi ad impupare nel terreno. Anche in questo caso ritengo che il diverso comportamento da me e da altri osservato, dipenda dalla natura del terreno ed anche da condizioni ambientali.

gli adulti rimangono fermi nell'interno della celletta in cui è avvenuta la ninfosi e non compaiono che all'inizio delle prime pioggie. Se al contrario vi sono precipitazioni escono alla superficie del suolo per riaffondarsi o cercare un rifugio nelle giornate calde e siccitose.

Anche in allevamento in cattività ho potuto costatare questo particolare comportamento inumidendo il terreno in cui si erano impupate le larve. In questo caso la quasi totalità degli adulti usciva alla superficie, mentre nei cristallizzatori tenuti con terreno asciutti gli adulti non si sono mai mossi dalle cellette.

A conclusione di quanto ho esposto appare evidente che i diversi comportamenti biologici del *B. albidentatus* illustrati dai vari autori debbono a mio avviso essere imputabili a diverse condizioni ambientali alle quali il *B. albidentatus* è particolarmente sensibile.

Parassiti.

Non mi risulta che nessun autore abbia ricordato parassiti del *B. albidentatus* Gyll. Io pure non ne ho mai riscontrato la presenza nei diversi allevamenti fatti. Menozzi (12) ricorda per il *B. undatus* F. un *Larvevoridae,* parassita delle larve e precisamente la *Rondania cucullata* R. D. e non sarebbe da escludere che anche le larve del *B. albidentatus* possano essere attaccate da questo parassita.

Danni e lotta.

Il *Brachycerus albidentatus* Gyll., che vive come è stato precedentemente detto a spese di Agliacee, quando attacca l'*Allium sativum* L. può in certe annate arrecare danni non indifferenti alle colture. Se i danni maggiori sono prodotti dalle larve che distruggono una buona percentuale di bulbi, non debbono però essere trascurati i danni provocati dagli adulti, che divorando le foglie delle piante ospiti possono non di rado condurle a morte, specialmente quando gli attacchi avvengono nel mese di marzo e le piantine sono ancora piccole.

---

(12) Menozzi C. - *Parassiti e predatori* del Conorrhynchus mendicus *Gyll.* (Coleoptera Curculionidae) *dannoso alle bietole da zucchero in Italia e loro importanza nella lotta biologica contro questo fitofago.* - Verh. 7 int. Kongr. Ent., Berlin, 1938, pp. 2561 - 2575.

La lotta contro questa specie si rende in certe annate necessaria onde salvare il prodotto ma non può essere efficacemente condotta che con mezzi meccanici. Infatti date le particolari abitudini delle larve che rimangono per tutta la loro vita nell'interno dei bulbi, non è possibile almeno fino ad ora, l'impiego di mezzi di lotta chimici. Si potrebbe è vero trattare le giovani piantine onde combattere gli adulti, ma a parte la difficoltà del trattamento è da tener presente la scalarità di comparsa degli adulti che renderebbe necessaria, per un efficace esito della lotta, la permanenza dell'insetticida sulle piante per un tempo notevolmente lungo, non certo inferiore ai due mesi, il che comporterebbe l'applicazione di diversi trattamenti che infirmerebbero il lato economico della lotta.

Contro il *Brachycerus albidentatus* la lotta può essere vantaggiosamente condotta proteggendo le colture di Aglio mediante fosse a pareti verticali, entro le quali andranno infossati ogni due o tre metri recipienti di latta onde catturare con facilità gli adulti che, nel dirigersi verso i campi di aglio sono caduti nelle fosse appositamente preparate, cattura facile data la lentezza dei movimenti degli adulti e la loro impossibilità al volo.

RIASSUNTO

L'A. espone il comportamento biologico del *Brachycerus albidentatus* Gyll. in Sardegna ove in certe annate arreca danni alle coltivazioni di *Allium sativum* L. La specie presenta una sola generazione annuale ed i primi adulti compaiono nel mese di ottobre. Gli accoppiamenti hanno inizio nel mese di gennaio e si prolungano a marzo-aprile. Verso la metà di marzo hanno inizio le prime ovideposizioni ed i germi vengono deposti o in una celletta scavata in un bulbillo della pianta ospite o affidati al terreno in vicinanza delle piante stesse. Le larve penetrano nell'interno dei bulbi e per raggiungere la maturità distruggono da tre a quattro bulbilli. L'impupamento avviene entro una celletta scavata nel terreno che la larva tappezza col secreto dei tubi malpighiani. Gli adulti sono già formati nel mese di luglio e solo se vi sono precipitazioni escono alla superficie del suolo, in caso contrario rimangono nell'interno della celletta in cui è avvenuta la ninfosi fino alle prime piogge. La comparsa in massa degli adulti si verifica verso la prima quindicina del mese di marzo.

Sono indicati i danni che la specie arreca ed è dato un cenno della morfologia della larva neonata e della larva matura.

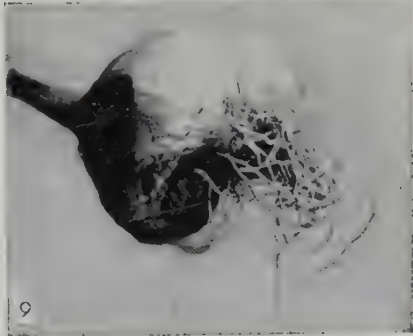
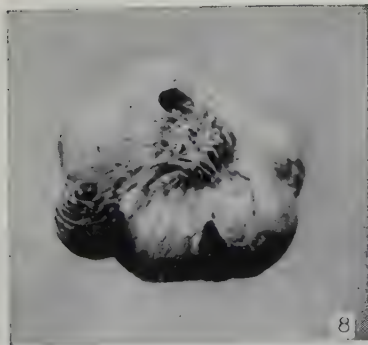
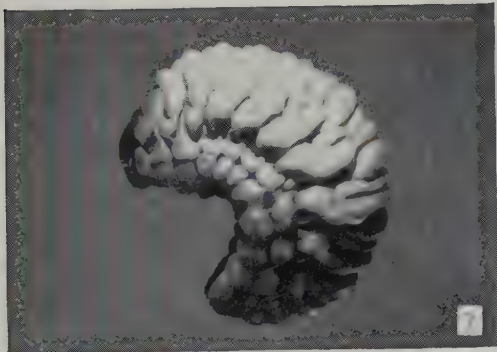
SPIEGAZIONE DELLE FIGURE DELLA TAVOLA

1. *Brachycerus albidentatus* Gyll.
2. *Brachycerus barbarus* L.
3. *Brachycerus undatus* F..
4. Ova di *B. albidentatus* Gyll. deposte nel terreno.
5. Ova di *B. albidentatus* Gyll..
6. Piantina di Aglio con foglie erose da adulti di *B. albidentatus* Gyll.
7. Larva matura di *B. albidentatus* Gyll.
8. Larva matura di *B. albidentatus* Gyll. che sta uscendo da un bulbo di *Allium. sativum* L.
9. Bulbo di *Allium sativum* L. danneggiato dalle larve di *B. albidentatus* Gyll.

(Tutte le fotografie sono originali)

Sassari, settembre 1953.

Brachycerus spp.

A. Servadei fot.

Istituto di Industrie agrarie
dell'Università di Napoli
(Direttore: Prof. A. FABRIS)

Indagine sui metodi chimici di valutazione del presunto fosforo assimilabile nei terreni.

ANTONIO FABRIS e FLAMINIO ALBONICO

Lo scopo del presente lavoro, iniziato nel 1952 presso l'Istituto di Chimica Agraria della Università di Sassari, diretto allora da uno di noi, si presentava originariamente piuttosto limitato. Si trattava di constatare preliminarmente quale fosse la dotazione fosfatica, da considerarsi assimilabile, di alcuni terreni di composizione fisico-chimica assai disforme della Provincia di Sassari. Alcune saltuarie misure, effettuate in precedenza, avevano posto in luce una pressochè generale povertà fosfatica dei terreni di quella zona.

Di fronte ad otto terreni, prelevati dal locale Ispettorato Provinciale dell'Agricoltura, di così diversa natura da essere volta a volta considerati prevalentemente sabbiosi, argillosi, calcarei, organici o con caratteristiche intermedie, come i dati analitici documenteranno, abbiamo dovuto risolvere il problema della scelta del metodo di valutazione del fosforo assimilabile più indicato per la nostra ricerca.

È noto come queste misure possono essere condotte: a) con esperienze in campo; b) con metodi biologici; c) con metodi chimici. Non avendo nessuna possibilità di adottare i primi due criteri, non ci rimaneva che seguire i metodi chimici i quali presentano tutt'ora applicazione crescente per i noti vantaggi di rapidità, praticità e basso costo che ne sono le peculiari caratteristiche. Ma su quale, della pleiade a nostra disposizione, doveva cadere la nostra scelta? Fu proprio tale imbarazzo a determinare questa indagine.

PARTE GENERALE

Indubbiamente pochi argomenti della pedologia sono stati indagati così a fondo come quelli riguardanti il metabolismo del fosforo. Dalla forma di combinazione al meccanismo di fissazione, sino alla valutazione del fosforo presunto assimilabile, si nota tutto un susseguirsi di ricerche le quali danno tutt'ora adito a molteplici riserve ed incertezze.

Allo stato attuale delle cose è documentabile che, malgrado quanto sarà poi detto, i metodi chimici di valutazione del fosforo assimilabile si sono generalmente affermati. Forse, si potrebbe obiettare, anche troppo, se recentemente si sono introdotti saggi chimici di valutazione che si possono eseguire nel breve volgere di pochi minuti.

Preliminarmente è opportuno affermare: il concetto di assimilabilità, come è normalmente inteso, consiste nella misura della solubilità del fosforo in determinate e non modificabili condizioni, stabilite dai diversi procedimenti. In realtà, deve dirsi che la solubilità ha in tali casi un relativo significato, a cagione della più o meno rapida e parziale insolubilizzazione cui va soggetto gradualmente il fosforo dapprima estratto dal terreno e della, in generale, trascurata, od almeno imprecisata, valutazione del fosforo in combinazione organica e pur tuttavia solubile.

Prima di passare alla esposizione della parte sperimentale, crediamo necessario esaminare, da un punto di vista critico, i fatti fondamentali che regolano l'estrazione del cosidetto fosforo solubile od assimilabile, con i procedimenti chimici più diffusamente adottati. Considereremo pertanto:

a) la scelta del mezzo estraente;

b) la formazione nella soluzione estraente di uno stato di equilibrio;

c) il dosamento del fosforo totale solubile, distinto nelle due frazioni: inorganica ed organica;

d) altri fattori da considerare secondari.

La scelta del mezzo estraente.

È nozione comune che i procedimenti chimici misuranti il presunto fosforo assimilabile, di fronte alla varietà delle forme di combinazione fosfatica ed alla complessità dei fenomeni che determinano il passaggio del fosforo in soluzione, hanno cercato di riprodurre in vitro ciò che le piante fanno a contatto con il terreno. Alla base di questi metodi sta dunque la

ricerca di un evidente fondamento fisiologico. Ma solo si ponga mente alle attuali conoscenze che si hanno sul particolare ed inimitabile lavorìo che le secrezioni radicali esercitano a contatto con il terreno, balza subito in primo piano l'estrema difficoltà di trovare una soluzione soddisfacente al problema. Le piante traggono l'alimento fosfatico dalle soluzioni circolanti oppure dall'intimo contatto tra le secrezioni radicali e le particelle solide del terreno? La questione poteva esser posta dopo che F. W. Parker e J. W. Tidmore (1) e W. H. Pierre e F. W. Parker (2) avevano constatato una relativamente bassa concentrazione in fosforo nelle soluzioni del terreno ottenute per spostamento, con la tecnica di J. S. Burd e J. C. Martin (3), o per estrazione, a mezzo dialisi con sacchi di collodio, con un rapporto terreno/acqua pari a 1/5, sulle quali si tornerà in seguito. Successivamente F. W. Parker (4) precisava quanto segue:

1°) poichè le soluzioni spostate di molti terreni produttivi contengono soltanto tracce di fosforo inorganico, sembra necessario assumere che le piante non ricavano tutto il loro fosforo dalle soluzioni ottenute con tale criterio. È probabile che la fase solida del terreno abbia una importante azione nella nutrizione fosforata della pianta;

2°) la funzione può essere spiegata ritenendo che le radici delle piante esercitino un'azione solvente sulla fase solida. In conseguenza, la concentrazione fosfatica alla superficie assorbente sarebbe più elevata di quella ottenuta nelle soluzioni spostate. Un'altra possibile spiegazione è stata prospettata e cioè che si stabilisca un equilibrio di membrana, secondo F. G. Donnan, alla superficie della fase solida, con il risultato di avere una più forte concentrazione fosfatica nei confronti di quella riscontrata nelle soluzioni ottenute per spostamento;

3°) non esistono prove definitive che un tale equilibrio esista nei terreni.

Non può sfuggire evidentemente tutta l'importanza fisiologica derivante dall'intimo contatto che si stabilisce tra la fase solida del terreno ed i peli radicali, le cui secrezioni acide, da attribuirsi all'acido carbonico ed a diversi altri acidi organici, concorrono a determinare la solubilizzazione del fosforo e quindi il suo assorbimento ed elaborazione da parte della vegetazione, sino a soddisfarne le esigenze nutritive. Senza tuttavia trascurare l'azione solvente esercitata dall'acqua e dalle soluzioni saline, circolanti nel terreno, che pure possono contribuire efficacemente ad incrementare, nel loro stesso seno, la concentrazione fosfatica disponibile per le piante.

Riteniamo però necessario affermare sin d'ora quanto segue:

1°) accanto ad una *assimilabilità chimica,* secondo la definizione di G. S. Fraps (5) ed in accordo con V. E. Spencer ed R. Stewart, (6) si deve considerare anche un'*assimilabilità di posizione o fisica* che è da porre in relazione stretta con l'ampiezza della superficie esplorata od esplorabile da parte dell'apparato radicale;

2°) il meccanismo di solubilizzazione del fosforo nel terreno da parte delle secrezioni radicali, avviene progressivamente senza che possa formarsi alcun equilibrio, in quanto il continuo assorbimento fisiologico lo annulla. Anche con il contributo di altri fattori, che spostano il fosforo solubilizzato fuori della zona esplorata dall'apparato radicale, si ha così la possibilità di rinnovare di continuo, e più o meno rapidamente, il rifornimento nutritivo fosfatico della vegetazione;

3°) all'elaborazione dell'alimento fosfatico partecipa, oltre al fosforo inorganico, la frazione di esso in combinazione organica.

Esaminiamo ora, per sommi capi, come agiscono i metodi chimici di valutazione del fosforo assimilabile entrati nell'uso. Mettono a contatto un certo quantitativo di terra fine, secca all'aria, con una determinata quantità di solvente. In generale il rapporto terreno/soluzione solvente oscilla tra 1/10 ed 1/200. Si possono usare soluzioni di natura acida, salina ed alcalina, oltre alla stessa acqua distillata. Le più elevate acidità corrisponderebbero ad una concentrazione compresa tra 0,1 ‰ ed 1 ‰ di N_2O_5 per litro, pari ad approssimativamente pH2 (metodo Schloesing (7) de Sigmond) (8). Alle stesse condizioni opera il metodo di B. Dyer (9) all'acido citrico, per arrivare all'alcalinità del metodo Das (10) che impiega come estraente una soluzione all'1 % di K_2CO_3 con il quale si possono raggiungere pH superiori al valore 10. Il tempo di contatto e di agitazione varia in maniera notevole ma è generalmente tale da assicurare la massima estrazione possibile di fosforo nelle condizioni del metodo. Possono talora presentarsi i due seguenti casi:

1°) alcuni terreni non si portano all'altezza di tale valore massimo;

2°) altri terreni lasciano estrarre più fosforo riducendo il tempo di contatto stabilito. È forse più frequente questo secondo caso, da attribuirsi alla rifissazione nel terreno del fosforo dapprima disciolto.

L'iniziale orientamento dei ricercatori fu quello di utilizzare soluzioni estraenti di natura acida, come avevano sanzionato le osservazioni fisiologiche. Successivamente si notò che l'acqua distillata e le soluzioni saline neutre potevano portare in soluzione il fosforo labilmente assorbito dai col-

loidi del terreno, forse agendo anche attraverso qualche meccanismo di scambio anionico. Vennero quindi, sia l'una come le altre, utilizzate nella pratica. Avendo constatato poi che le soluzioni più o meno alcaline estraevano notevoli quantità di fosforo, particolarmente di natura organica, vennero proposti, come si è detto, metodi basati sull'uso di mezzi estraenti con tale reazione.

Attualmente la situazione si può così sintetizzare: le soluzioni alcaline sono da ritenere abbandonate e così pure scarso seguito risultano avere le soluzioni saline neutre. La scelta resta quindi limitata alle soluzioni di varia acidità ed all'acqua distillata, usata con il criterio della riestrazione per due e talora tre volte. È questo il fondamento del noto metodo messo a punto da M. von Wrangell (11), modificato prima da G. Tommasi ed L. Marimpietri (12) e rielaborato ancora da L. Marimpietri, V. Morani ed A. Gisondi (13). Questo procedimento, forse il più diffuso in Italia, se va approvato per il concetto di esaurire più di una volta il terreno con l'acqua, rompendo, in certa guisa lo stato di equilibrio, non può, a nostro avviso, essere preferito per la concentrazione idrogenionica scelta che si aggira pressapoco intorno alla neutralità. Non è questa infatti la condizione fisiologica impiegata dal sistema radicale per solubilizzare il fosforo nel terreno. Inoltre il criterio, come si dirà meglio più avanti, di utilizzare due o tre valori, tutti variamente influenzati dal formarsi nella soluzione estraente di uno stato di equilibrio, del fosforo successivamente disciolto, per farne un'elaborazione matematica conducente a calcolare il fosforo che totalmente può entrare in soluzione, non ci persuade del tutto.

Si può quindi affermare: i procedimenti che hanno avuto ed hanno giustamente la più ampia diffusione sono ancora quelli che sfruttano il primo criterio, usano cioè soluzioni acide, di natura inorganica ed organica, di più o meno elevata concentrazione idrogenionica. Infatti, gli Autori si sono dimostrati subito in disaccordo con la misura dell'acidità da adottare, forse in relazione alla diversa potenza estraente manifestata dalle varie culture. Sono stati così consigliati metodi che applicano soluzioni di concentrazione idrogenionica coprente una scala che va, approssimativamente, da pH2 sino a pH6. Noi obbiettiamo che la diversa potenza estraente delle varie culture è probabilmente da mettere in relazione con una più estesa superficie esplorata, piuttosto che alla diversa acidità delle secrezioni. Pertanto, non può essere attraverso questa strada che si riuscirà a far identificare l'assimilabilità chimica con quella di posizione o fisica.

A nostro avviso, occorre restringere molto di più il campo di azione delle soluzioni acide. Abbiamo in precedenza esposto due procedimenti che

impiegano soluzioni a pH2. Questi valori sembrano a noi eccessivi in quanto riescono a portare in soluzione anche del fosfato di ferro e di alluminio, di ben difficile utilizzazione da parte della vegetazione. Lo stesso metodo raccomandato da E. Truog (14) e largamente diffuso nel Nord America, applica una soluzione di H_2SO_4 0,002 N, con tampone solfato ammonico al 0,3 % e con pH pari a 3, che sembra a noi di concentrazione ancora troppo elevata. Assai più fisiologicamente indicati, da questo solo punto di vista, ci sembrano i metodi con soluzioni di più blanda acidità come quello di H. Egner (15-16) che estrae i terreni praticamente da pH 3,7 sino a 4,5, nonchè tutti quelli, e sono assai numerosi, che stanno in questi limiti e che possono estendersi sino, all'incirca, a pH6. Particolarmente efficienti appaiono a questo riguardo, i procedimenti che impiegano la soluzione acquosa satura di CO_2 che estrae appunto il terreno approssimativamente tra pH 4 ed il 6. Si deve ritenere che in questa vasta escursione di pH siano sopratutto disciolti i fosfati di calcio.

Riferendoci sopra al metodo di E. Truog (op. cit.), abbiamo parlato di soluzioni tamponate, criterio questo ormai largamente seguito. La ragione va ascritta al fatto che sino a quando si è in presenza di terreni neutri, o più o meno acidi, il pH della soluzione estraente varia ma in misura limitata. Non appena si passa ai terreni alcalini, più meno forniti di carbonato di calcio o magnesio, la concentrazione idrogenionica della soluzione impiegata diminuisce progressivamente, e le ragioni sono evidenti, con il risultato di estrarre i singoli terreni a pH continuamente diverso e crescente. I valori pertanto non sono più confrontabili. Un tentativo per superare la predetta difficoltà, per i terreni calcarei, è costituito dal metodo Schloesing e de Sigmond (op. cit.) che però Boischot e Drouineau (17) hanno trovato inapplicabile per i terreni nei quali il calcare sia lentamente attaccabile dagli acidi diluiti. Riteniamo però che non sia soltanto questa la ragione valida per la quale detto metodo non si è molto largamente diffuso. Si è quindi pensato di tamponare le soluzioni estraenti in modo che il pH, durante l'estrazione, variasse solo entro limiti ristretti e tollerabili. Praticamente tutti i terreni verrebbero così estratti al pH stabilito, o pressapoco, dal procedimento prescelto. In realtà tutti conoscono la difficoltà di risolvere tale problema nella pratica. In presenza di terreni molto calcarei non esiste forse un solo tampone efficiente che regga il desiderato pH di estrazione, se non a condizione di allargare enormemente il rapporto terreno/soluzione, con il risultato di rendere sovente aleatoria la validità del dosamento analitico. Con contenuti calcarei moderati, sino

al 5-10 %, le cose possono andare indubbiamente meglio. Pertanto, in un notevole numero di casi, i procedimenti a base di soluzioni più o meno acide, anche se tamponate, si autoescludono dalla valutazione del fosforo assimilabile nei terreni. Fa eccezione, come si dirà, la soluzione acquosa satura di CO_2.

Crediamo opportuno aggiungere qualche osservazione in proposito:

a) il tampone, costituito da sali ed acidi in proporzioni diverse, non è senza effetto sulla struttura fisica del terreno che riesce conseguentemente modificata;

b) è fisiologicamente esatto estrarre tutti i terreni allo stesso pH, supposto fosse possibile realizzare questa condizione?

È questo che avviene nel terreno a contatto con le secrezioni radicali? A noi sembra di no. In ciascun terreno il sistema radicale agisce con un pH di estrazione che è chiaramente condizionato alla composizione chimica del terreno stesso. In conseguenza varierà da terreno a terreno, pur rimanendo sempre nella zona acida. Se il pH si abbassa (entro i limiti esposti) la pianta estrarrà di più, se si eleva estrarrà di meno, ma allora l'impossibilità del formarsi di uno stato di equilibrio non impedirà alla pianta stessa di rinnovare più frequentemente la concentrazione fosfatica all'interfase, ottenendo in conseguenza tutto il fosforo che le abbisogna.

O. Lemmermann (18), applicando il metodo di B. Dyer (op. cit.) all'acido citrico, ha introdotto un nuovo concetto che poi è stato accettato anche da altri Autori come C. Antoniani (19). Egli stabiliva un rapporto tra fosforo estratto e fosforo totale. Quando fosse stato inferiore al 25 %, era probabilmente da ritenersi che il terreno in esame avrebbe risposto favorevolmente alla concimazione fosfatica. In altri termini, subentrava un criterio di giudizio basato sulla « solubilità relativa » che, a nostro modo di vedere, va favorevolmente accolto. Si ha una valutazione nuova che rende con efficacia quello che successivamente C. Antoniani doveva chiamare « ritmo metabolico ». Elevati rapporti fosforo solubile/fosforo totale, denotano un accentuato ritmo metabolico del terreno.

L'esame della vasta letteratura sull'argomento porta inoltre ai seguenti rilievi:

1°) con l'aumentare della concentrazione idrogenionica s'incrementa il fosforo in soluzione;

2°) a parità di pH, la soluzione estraente a base di acidi organici, solubilizza considerevolmente più di quella a base di acidi inorganici. Particolarmente agiscono in questo senso l'acido ossalico, il citrico ed il tarta-

rico, formanti complessi solubili con il ferro, alluminio, calcio e magnesio, cationi che, invece, come si dirà tra poco, allo stato ionico, tendono a deprimere la solubilità dell'acido fosforico.

Concludendo sulla questione esaminata e limitatamente a questo solo punto di vista, diremo:

a) il mezzo estraente fisiologicamente più idoneo è costituito dalle soluzioni di natura acida il cui pH sia, grosso modo, compreso tra i valori 4 e 6;

b) adottando questo concetto, appare netta la superiorità fisiologica della soluzione acquosa satura di CO_2, applicata senza l'uso di alcun tampone, che estrae tutti indistintamente i terreni con un diverso pH, sempre compreso nella gamma di concentrazione idrogenionica suesposta. È questo uno dei fondamenti del metodo di C. Antoniani (op. cit.);

c) va tenuto conto, nell'interpretazione dei risultati ai fini agronomici, del concetto di « solubilità relativa »;

d) non appare consigliabile manipolare la concentrazione idrogenionica delle soluzioni estraenti allo scopo di correlare i risultati dell'assimilabilità chimica con quella di posizione o fisica. Questo deve essere l'indispensabile compito del collaudo agronomico.

La formazione della soluzione estraente di uno stato di equilibrio.

Già nell'esposizione del precedente capitolo, in più di un'occasione, è affiorata questa questione che mina alla base i fondamenti che reggono la valutazione, con procedimenti chimici, del fosforo assimilabile nei terreni. Si è già detto come sono applicati questi metodi che agiscono all'equilibrio. Quando cioè più non continua il passaggio del fosforo nella soluzione di estrazione, non si deve ritenere esaurita la sua capacità solvente. Gli è che, ad un certo punto, al fosforo che passa in soluzione fa pressapoco equilibrio quello che ritorna allo stato insolubile. E talora, ma non frequentemente, questo secondo processo prevale quantitativamente. Si possono avere quindi maggiori quantità di fosforo in soluzione riducendo il tempo di contatto con il terreno, così pure allargando il rapporto soluzione estraente/terreno, senza però evitare comunque il formarsi dello stato di equilibrio. Su questo argomento, J. S. Burd (20) afferma infatti testualmente: « il fosfato trovato nelle soluzioni di equilibrio non è il fosfato liberato dai composti fosfatici, ma è quello che potrebbe esserlo diminuito di una quota variabile, la quantità della quale è anche determinata dalle

reazioni secondarie le quali liberano ioni, ad esempio Ca ++, capaci di deprimere la solubilità del fosfato ». Da questo si arriva alla rapida deduzione che i procedimenti chimici di valutazione del fosforo assimilabile non sono in grado di ottenere in soluzione tutto il fosforo che è nella loro reale possibilità di estrarre. Falliscono cioè di fronte al loro fondamentale obbiettivo. Si potrebbe osservare che questo è quanto avverrà nel terreno quando le soluzioni circolanti si saranno più meno arricchite di acido fosforico. Ma non è così. Tra terreno e sistema radicale, a causa del continuo assorbimento fisiologico ed anche per altri motivi, non esiste praticamente la possibilità della formazione di uno stato di equilibrio e pertanto le secrezioni radicali solubilizzano tutto il fosforo che è nelle condizioni fisico-chimiche per esserlo.

P. L. Hibbard (21) sostiene che in un'estrazione all'equilibrio, alcuni dei prodotti portati in soluzione da solventi, come acidi diluiti, possono tendere a deprimere la solubilità del PO_4 ---. Ad esempio il calcio, il magnesio e talora anche il ferro e l'alluminio. Il fenomeno è dimostrato con estrazioni a tempo crescente da 5' a 48^h; correlativamente si nota l'abbassarsi della concentrazione idrogenionica. D'altra parte usare acidi forti come acido nitrico 0,2 N a pH 0,7 od acido citrico all'1 % a pH 2,1, sembra irrazionale in quanto le piante non dispongono di tali mezzi di estrazione. Aggiungiamo noi che, ciò malgrado, lo stato di equilibrio si formerebbe ugualmente anche se più tardi ed in modo meno accentuato. E. J. Benne, A. T. Perkins e H. H. King (22), precisano il rapporto tra la concentrazione idrogenionica della soluzione e la precipitazione dei fosfati di calcio, di ferro e di alluminio. P. Boischot e G. Drouineau (op. cit.), studiando il metodo Schloesing e de Sigmond (op. cit.) che si effettua con preliminare spostamento del calcare, notano ugualmente che aumentando il tempo di contatto, da 2^h a 410^h, tra soluzione estraente e terreno si ha una progressiva diminuzione del fosforo in soluzione. Concludono pertanto per l'inapplicabilità del detto procedimento per i terreni calcarei, questione sulla quale ci siamo già soffermati e sulla quale ritorneremo. M. E. Weeks e P. E. Karraker (23) considerano pure tra i fattori che influenzano negativamente i metodi chimici di valutazione del fosforo assimilabile la capacità del terreno di rifissare il fosforo disciolto in presenza della soluzione estraente. Ne danno anzi la dimostrazione sperimentale estraendo il terreno con soluzioni 0,002 N e 0,05 N di H_2SO_4 per tempi crescenti da 5' a 72^h. J. S. Burd (op. cit.) afferma sperimentalmente che vi sono differenze nella solubilità dei fosfati misurati all'equilibrio e quella ottenuta in periodi molto brevi (10'' di contatto con durata

di filtrazione pari a circa 120″, per un totale quindi di 130″ di presunto contatto) che egli definisce: *equilibrio di contatto*. Con terreni altamente tamponati, il fosforo disciolto da una soluzione di HCl a pH 2,69 è maggiore via via che il tempo di contatto si riduce. Afferma inoltre che anche usando l'equilibrio di contatto la solubilità del fosfato è correlata con la concentrazione idrogenionica. Ritiene, sempre il precedente Autore, che le soluzioni effettuate con largo rapporto rispetto al terreno, siano meno influenzate dai fenomeni citati di quelle ottenute con rapporti stretti. Sostiene che i larghi rapporti soluzione/terreno deprimono la concentrazione del calcio e di converso aumentano quella dell'acido fosforico, come avviene alla superficie delle radici dove la fase liquida risulta ridotta nel suo contenuto in calcio dal continuo assorbimento di tale ione da parte delle piante. H^{+}, Ca^{++}, PO_4^{---} costituiscono nei terreni un sistema interdipendente. La liberazione di H^{+} all'interfase terreno/pianta ha lieve effetto nell'abbassare il pH ma un grande effetto sulla solubilità del calcio che a sua volta deprime quella del fosfato. L'assorbimento del calcio da parte delle colture è quantitativamente maggiore di quello del fosfato. La pianta cioè continuamente sfugge all'equilibrio in direzione favorevole alla persistente soluzione del fosfato. Non è la quantità di calcio assorbita dalle piante che determina la solubilità del fosfato della fase solida del terreno. Questa appare invece condizionata all'intensità con la quale la vegetazione evita l'equilibrio assorbendo più calcio che fosfato. Ancora più recentemente E. Alinari e C. A. Cecconi (24) proponendo un nuovo criterio di valutazione del fosforo assimilabile, osservano essere emerso dalle loro ricerche il particolare comportamento di certi terreni, specialmente calcio carenti, nei quali la scarsità del fosforo solubile è tale che ad un certo punto, per attivazione del ferro e dell'alluminio, presenti in alcuni composti del terreno stesso, in misura tanto maggiore quanto più aumenta la concentrazione idrogenionica del mezzo estraente, i fenomeni di assorbimento si accentuano talmente da prevalere sull'azione solvente della soluzione acetato-acetica impiegata. Conseguentemente limitano il tempo di contatto del terreno con la fase estraente a soli 15′. È da osservare che non pochi terreni, in tal modo, non daranno neppure tutto il fosforo ottenibile all'equilibrio, con il metodo proposto. Del resto, la sicura prova che i metodi chimici di valutazione del fosforo assimilabile forniscono, molto probabilmente, il valore massimo corrispondente allo stato di equilibrio formatosi tra terreno e soluzione, è possibile averla riestraendo nelle identiche condizioni una o più volte lo stesso terreno. Si osserverà che nuovo fosforo passerà in soluzione. E che lo stato di equilibrio sia l'opposto di

quanto si osserva nella pratica agronomica, si può indurre attraverso il fatto ben noto: calcitando i terreni acidi, cioè abbassandone la concentrazione idrogenionica, si migliora il biochimismo generale del terreno e conseguentemente si eleva il fosforo utilizzabile dalla vegetazione. Al contrario, in un'estrazione con mezzi acidi del terreno all'equilibrio, l'aggiunta di calce, come è noto, deprime la solubilità fosfatica. Questo perchè nel primo caso, corrispondente alla realtà, le culture sfuggono allo stato di equilibrio, attraverso l'assorbimento radicale e la diluizione delle soluzioni (pioggie, irrigazione ecc.).

La determinazione del fosforo in combinazione organica.

Abbiamo già in precedenza accennato a questa tutt'altro che trascurabile questione. In proposito, le opinioni appaiono discordanti e comunque poco chiare. W. H. Pierre e F. W. Parker (op. cit.), mediante le ricerche in precedenza esposte, avevano constatato che una parte notevole e talora prevalente del fosforo, estratto con i loro procedimenti, si trovava sotto forma organica, ed alimentavano con detti estratti, in opportune condizioni sperimentali, per un tempo pari ad una quarantina di giorni, delle culture di granoturco, soia e saggina. Mentre il fosforo inorganico risultava prontamente assorbito, quello organico non lo era affatto. Della stessa opinione si mostrava C. J. Schollemberger (25). A risultanze opposte conducevano le ricerche di A. F. Heck e A. L. Whiting (26-27) sull'assimilazione del fosforo della fitina da parte dell'avena, nonchè quelle di V. E. Spencer e R. Stewart (op. cit.) i quali hanno sperimentato con un glicerofosfato ed un fosfato greggio della sorbite. R. Chaminade (28) concludeva una serie di indagini sull'utilizzazione del fosforo da parte dell'orzo, affermando che un complesso fosfo-umico da lui preparato presentava un'azione leggermente superiore a quella del fosfato bicalcico. È però da osservare che in tali condizioni l'acido fosforico non si trova sotto forma organica ma allo stato di combinazione di assorbimento con i colloidi umici.

J. S. Burd (op. cit.), dopo ricerche eseguite su terreni organici, riteneva che il fosforo, in combinazione organica, potesse esistere nelle tre seguenti condizioni:

1°) carboidrati fosforilati,

2°) esteri del tipo fitina,

3°) fosfoproteine.

I primi possono essere direttamente assorbiti dalle piante ma le quantità sarebbero probabilmente piccole. In più, sono facilmente idrolizzabili dall'azione enzimatica, cosicchè la loro esistenza nel terreno non potrebbe essere che transitoria. I secondi appaiono fonte di fosfato ioni in seguito a progressiva idrolisi, pure da attribuirsi ad azione enzimatica. Le fosfoproteine sarebbero, con probabilità, la principale sorgente di fosfato ioni nel terreno, dopo la loro progressiva ossidazione.

C. Mc Auliffe, M. Peech e R. Bradfield (29), sperimentando con l'isotopo P^{32}, su culture di Lolium Italicum, mettono a confronto il perfosfato con il letame e con le fosfoproteine estratte da quest'ultimo. I risultati dimostrano un'utilizzazione del relativo fosforo non molto diversa tra perfosfato e letame. Le fosfoproteine invece presentano soltanto il 20-30 % dell'efficienza del fosforo contenuto nel perfosfato e nel letame preso come un tutto. R. H. Jackman e C. A. Black (30) informano che la solubilità od assimilabilità della fitina nel terreno viene grandemente depressa dalla bassa acidità, per la probabile precipitazione sotto forma di fitato di ferro e di alluminio.

Ci siamo soffermati su questo argomento perchè esso investe una frazione importante del fosforo contenuto nel terreno e che appare pure in forma solubile negli estratti ottenuti dai diversi metodi di valutazione del fosforo assimilabile. Ora la tecnica analitica suggerita, in generale cerca di evitare la determinazione del fosforo organico o per lo meno non si preoccupa di conoscerne le quantità effettivamente dosate. Infatti, sia applicando la procedura consigliata da C. H. Fiske e Y. Subbarow (31), con riducente l'acido 1-2-4 amminonaftolsolfonico in soluzione di bisolfito e solfito sodico, come quello di G. Denigès (32), con riducente il cloruro stannoso, per dosare il fosforo organico, oltre al minerale, è necessario procedere alla calcinazione degli estratti ottenuti dal terreno, previa aggiunta di nitrato di magnesio. Ciò che in pratica non viene mai fatto. Usando come riducente il solfato d'idrazina, la reazione ceruleo-molibdica avviene alla temperatura del bagnomaria bollente e pertanto risulta possibile una imprecisata interferenza del fosforo in combinazione organica. In conclusione, diventa, a nostro avviso, necessario dosare distintamente le due frazioni di fosforo presenti negli estratti del terreno ed opiniamo che la tecnica, messa accuratamente a punto di recente da C. Ferrari e collaboratori (33-34-35), serva perfettamente allo scopo operando tre determinazioni ben differenziate: 1°) P_2O_5 minerale + SiO_2; 2°) SiO_2; 3°) P_2O_5 minerale + P_2O_5 organica (esteri fosforici).

Che il fosforo solubile e quindi da ritenersi assimilabile, in combinazione organica, sia da considerare di più o meno lenta azione nei confronti di quello inorganico, pare a noi fuori di ogni possibile dubbio. Ma che esso debba, più o meno rapidamente, essere immesso nel circolo nutritivo della pianta, appare altrettanto certo. Non tenerne conto o non conoscerne esattamente l'entità, costituisce un flagrante errore fisiologico.

Fattori diversi che influenzano il processo di estrazione del fosforo solubile.

Gli elementi dapprima considerati presentano evidentemente importanza saliente, ma altri rilievi appaiono pure significativi e possono interessare ogni sorta di procedimenti adottati. Ad esempio:

1°) La finezza del terreno. P. L. Hibbard (op. cit.) dimostra come siano le particelle più fini che cedono la maggior quantità di fosforo alle soluzioni estraenti. Più recentemente R. Chaminade (36), esaminando un terreno limoso, sprovvisto di sostanza organica, giunge alla conclusione che l'acido fosforico si trova localizzato nelle frazioni di terreno di minori dimensioni. Pressapoco la metà si trova nelle particelle di diametro inferiore ad un micron e più del 60 % in quelli inferiori a due micron. In precedenza gli stessi Weeks e Karraker (op. cit.) osservavano che il fosforo estratto appariva strettamente correlato con la finezza del terreno. A questo riguardo è da deplorare che diversi procedimenti non indichino quale setaccio si debba usare per ottenere la terra fine, oppure adottino setacci diversi da quello stabilito dalla Associazione Internazionale della Scienza del Suolo con fori calibrati da 2 mm. È evidente come il fattore considerato influenzi poi notevolmente i risultati ottenuti che pertanto non sono più confrontabili.

2°) La durata dell'estrazione. Si tratta di un argomento sul quale ci siamo già intrattenuti parlando delle soluzioni estraenti all'equilibrio. In generale il tempo adottato è quello che sperimentalmente ha dimostrato di estrarre, nelle condizioni del metodo, la massima quantità di fosforo. È chiaro che in questo modo il valore trovato risentirà dello stato di equilibrio che per i diversi terreni si sarà più o meno rapidamente ma inevitabilmente formato. Adottare tempi minori per evitare l'insolubilizzazione del fosforo, dapprima disciolto, potrà portare, in non pochi casi, a valori più bassi di quelli realizazbili dai diversi procedimenti con contatto soluzione/terreno maggiormente prolungato. Per altri terreni è possibile invece, così operando, realizzare l'effetto desiderato. Riteniamo che, nel complesso, la

soluzione adottata costituisca il minore dei mali ed i tempi utilizzati più largamente nella pratica variano in linea di massima da 15′ a 2^h di contatto.

3°) Rapporto soluzione/terreno. Anche tale questione è stata oggetto di estese indagini da parte di molti ricercatori. P. L. Hibbard (36) esamina l'estrazione del fosforo con rapporti che vanno da 1/1 sino 1/100. Entro questi valori rientrano quelli generalmente usati dai vari procedimenti. Il metodo di Truog (op. cit.) adotta invece un rapporto 1/200 Dai valori di Hibbard si desume che il fosforo estratto aumenta con l'aumentare del rapporto, ciò che consente alle soluzioni di presentare limitate differente nella loro concentrazione fosfatica. Weeks e Karraker (op. cit.) sperimentando rapporti compresi tra 1/10 e 1/800 riscontrano risultanze in accordo con quelle precedenti. J. S. Burd (op. cit.) consiglia, come si è riferito, larghi rapporti tra soluzione e terreno per contenere la formazione dell'equilibrio, ma, secondo quanto si riferirà, pur usando una elevata acidità di estrazione, si è ben lungi dall'annullarlo.

Un altro elemento di notevole interesse è rappresentato dalla forma di combinazione del fosforo nel terreno. Di quella organica ci siamo anzi in precedenza occupati, dell'inorganica non crediamo opportuno soffermarci in questa sede. M. von Wrangell (op. cit.) enumera i principali fattori che influenzano la capacità del terreno di rifornire le piante in alimento fosfatico e cioè: a) specie di pianta, b) presenza di sali di calcio, c) effetto di elettroliti e sostanze organiche nel terreno, d) reazione e potere assorbente del mezzo nel quale la pianta cresce, e) azione della microflora, f) il tempo con il quale il terreno può riguadagnare la sua concentrazione iniziale in fosforo, dopo spostamento con acqua od assorbimento da parte delle culture. Questi sono indubbiamente elementi di grande interesse; di una parte di essi anzi ci siamo già interessati, degli altri non è possibile occuparsi in questa trattazione. Nei riflessi del presente lavoro è invece di considerevole importanza la procedura adottata dai diversi metodi, la quale deve tener conto dei seguenti elementi: 1°) ottenere soluzioni assolutamente limpide che non sempre sono facili da realizzare; 2°) applicare tecniche micro-analitiche che assicurino l'esatta determinazione del fosforo inorganico ed organico. Ma su questo punto ritorneremo nella parte sperimentale. Su altri fattori assolutamente secondari, come il modo di agitazione od altro, non è il caso di intrattenersi.

Dal complesso della esposizione fatta crediamo di aver posto nel giusto risalto quali siano le più importanti lacune dei procedimenti chimici di va-

lutazione del cosidetto fosforo assimilabile. Esse investono in pieno i fondamenti fisiologici e fisico-chimici sui quali poggiano e cioè in sostanza:

1°) considerano l'assimilabilità chimica, ma nella realtà esiste e presenta vistosa importanza l'assimilabilità fisica o di posizione;

2°) le soluzioni estraenti raggiungono uno stato di equilibrio che è diverso da terreno a terreno e da procedimento a procedimento. Pertanto non rispondono alla esigenza di conoscere quanto fosforo il metodo proposto sia in grado realmente di solubilizzare. Esse forniscono soltanto una frazione più o meno grande di tale valore;

3°) in generale trascurano, o per lo meno non precisano, l'entità del fosforo in combinazione organica che è quantitativamente e fisiologicamente di notevole interesse;

4°) la scelta della soluzione estraente, in rapporto sopratutto alla concentrazione idrogenionica, appare risolta talora con criteri disformi e non in accordo con i mezzi attraverso i quali le piante assorbono il fosforo dal terreno;

5°) in queste condizioni parlare di collaudo sperimentale in campo appare per lo meno anacronistico. Tuttavia è da ritenere effettuato in maniera nettamente insufficiente. Se così non fosse, le critiche esposte sarebbero da tempo venute in piena luce. Le correlazioni cercate, tra valori di laboratorio e sperimentazione agronomica, vanno quindi soggette a gravi e forse inevitabili divergenze. Non fa alcuna meraviglia pertanto che Weeks e Karraker (op. cit.), dopo una serie di indagini, condotte su alcuni terreni del Nord America, estratti con ben 25 differenti soluzioni, acide, saline, basiche, e con le quali operavano pure il controllo dei raccolti, così concludessero: « non un estraente appare migliore di un altro e la scelta dovrebbe avvenire sulla base dell'esperienza e della convenienza ».

U. Pratolongo (37) recentemente sintetizzava molto bene gli aspetti preminenti della fertilità chimica del terreno, assumendo che esistono a questo riguardo due problemi: uno minore che consiste nel rispondere alla domanda se un terreno è più o meno ricco di un determinato elemento nutritivo, l'altro maggiore che si riferisce sopratutto alla frazione integrativa di tale elemento che deve essere somministrata al terreno, come concime, per conseguire produzioni quantitativamente ed economicamente ottime. Egli afferma che il problema minore appare approssimativamente risolto. Per quanto si riferisce al fosforo assimilabile, dopo l'esposizione effettuata, riteniamo, purtroppo, di aver dimostrato che siamo ancora ben lungi dall'obbiettivo.

CRITERI PER MIGLIORARE LA PRESENTE SITUAZIONE.

Appare implicito, da quanto si è detto estesamente in precedenza, quanto occorra fare per superare le critiche contenute nei cinque punti sopra formulati. Crediamo però opportuno precisare meglio il nostro pensiero.

Nei confronti del primo punto non è evidentemente possibile apportare alcun rimedio. Soltanto il più diffuso controllo della sperimentazione agronomica, esteso alle più diverse condizioni di ambiente, terreno e coltura, potrà trovare valide correlazioni a riguardo.

Circa il secondo punto, esiste la possibilità di risolvere con sufficiente precisione il problema di conoscere tutto il fosforo che una certa soluzione estraente, in determinate condizioni sperimentali, può essere in grado di portare in soluzione, adottando il vecchio criterio delle estrazioni successive, sino a pressochè esaurire il terreno del fosforo estraibile. Le critiche a questa metodica si riducono ad una sola: perdita di speditezza e conseguente maggiore onerosità. In realtà, come vedremo, non si tratta soltanto di questo. D'altra parte è pur necessario superare in qualche modo questo punto cruciale della situazione. Si può richiamare a riguardo il metodo già citato di M. von Wrangell (op. cit.) applicato in Italia da G. Tommasi e L. Marimpietri ,op. cit.) e poi successivamente rielaborato da L. Marimpietri, V. Morani e A. Gisondi (op. cit.), con il quale si eseguono normalmente due estrazioni e talora tre. Ciò non ha impedito si diffondesse (in Italia è considerato il più introdotto) e fosse applicato a diverse migliaia di terreni. Ma già nel 1924 T. Saidel (39), al Congresso Internazionale di Pedologia tenuto a Roma, presentava una nota sull'interpretazione dei risultati ottenuti con il metodo delle estrazioni ripetute, nello studio della solubilizzazione delle sostanze del terreno. In lavori successivi il campo di studio, nello stesso ordine d'idee, veniva considerevolmente allargato. G. Daikuhara (40) aveva in precedenza studiato con lo stesso criterio la solubilizzazione dell'idrogeno nel terreno per scambio. M. von Wrangell (op. cit) si occupava della solubilizzazione dell'acido fosforico e successivamente L. C. Wheeting (41) di quella del potassio, sempre adottando il criterio delle estrazioni successive. F. W. Parker e J. W. Tidmore (op. cit.) dopo precedenti indagini di F. W. Parker (42) ed adottando la tecnica di Burd e Martin (op. cit.) mettevano a confronto la concentrazione in fosforo delle soluzioni ottenute, su diversi terreni, con il metodo per spostamento e con l'estrazione acquosa nel rapporto 1/5. La soluzione spo-

stata, come pure quella estratta, nella impossibilità di renderla limpida con altri mezzi, veniva dializzata attraverso sacchi di collodio. Sul diffusato si operava la determinazione analitica. L'operazione di spostamento veniva ripetuta quattro volte ma soltanto la prima porzione veniva considerata la soluzione vera. Si può obiettare a questa tecnica che la soluzione, attraversando la membrana di collodio, può cedere allo stesso del fosfato, come del resto in uno studio successivo hanno confermato W. H. Pierre e F. W. Parker (op. cit.). Praticamente lo spostamento avveniva a questo modo: una certa quantità di terreno, a conosciuto tenore di umidità, veniva posta in particolari cilindri. Si aggiungeva acqua e si esercitava una pressione d'aria di 15-20 libbre per pollice quadrato. Si raccoglievano 100 o 200 cc. di soluzione spostata nella quale, dopo dialisi, si dosava il contenuto in fosforo nonchè la resistenza specifica a 25°. L'operazione veniva continuata per altre tre volte; si notava che le prime due soluzioni spostate presentavano concentrazione in fosforo poco dissimile, le successive invece risultavano progressivamente depresse. Nel metodo indicato la tecnica e gli scopi erano diversi da quello che resta il problema fondamentale: la conoscenza del fosforo totale solubilizzato con un certo procedimento. Ma è chiaro che proseguendo l'operazione sino a pressocchè esaurimento totale del fosforo solubilizzato da un determinato solvente, l'obbiettivo poteva ritenersi raggiunto.

Un altro procedimento che può collegarsi con quello delle estrazioni successive è quello di elettrodialisi del quale si sono occupati diversi ricercatori come F. K. Cameron e J. M. Bell (43), J. König, J. Hasembaumer e K. Glenk (44), S. Mattson (45), A. O. Alben (46), W. T. Mc George e S. F. Breazeale (47). Più recentemente se ne è occupato H. J. Harper (48), con la tecnica studiata da S. Mattson (op. sit.) su minerali fosfatici e su terreni, in confronto al metodo di Truog (op. cit.) e ad esperienze agronomiche. 10 grammi di terreno venivano elettrodializzati con una corrente di 220 volts, ponendo 200 cc. di acqua distillata a ciascun lato della cella e per tre ore. Tolte le soluzioni, si aggiungeva altrettanta acqua e si elettrodializzava per altre tre ore e poi una terza volta per altre quindici ore. Su ciascuna delle tre soluzioni ottenute si dosava il fosforo. I risultati si accordavano a sufficienza con il metodo di Truog (op. cit.) e con l'estrazione a mezzo di acido solforico 0,2 N. Si notava che una grande percentuale di fosforo solubile era estratta dopo dopo tre ore di elettrodialisi; ma l'operazione poteva ritenersi completata alla fine delle ventuno ore. Ed una stretta correlazione si osservava fra la quantità di

fosforo rimosso con questo metodo e la risposta agronomica alla fertilizzazione fosfatica. Quando, in generale, il contenuto in fosforo saliva ad almeno 30 parti p. m., il raccolto non risentiva l'effetto della concimazione. L'Autore osserva che l'elettrodialisi rimuove tutti i prodotti in soluzione che, se lasciati, potrebbero invece deprimere la solubilità dei fosfato ioni. In altre parole non si verifica lo stato di equilibrio.

Un altro criterio, basato sul progressivo esaurimento del fosforo totale solubile del terreno con un determinato solvente, è quello a mezzo della percolazione. È stato lungamente studiato da P. L. Hibbard (21) con questa tecnica: 20 gr. di terreno erano posti in un tubo-filtro di 48 mm. di diametro. Sul fondo si poneva un letto di carta da filtro spesso 5-8 mm. Se il terreno risultava di tessitura molto fine si miscelava con sabbia lavata con acidi. Sistemato il filtro-tubo ed il terreno si collegava con un serbatoio elevato, contenente acido diluito, mediante un tubo a pressione lungo m. 1,60 e si lasciava percolare l'acido attraverso il terreno alla velocità di circa 1/3 di litro all'ora, continuando per circa 20 ore fino a quasi esaurimento del fosforo nel percolato, raccogliendo complessivamente 7 litri distinti in 7 frazioni di 1 litro ciascuna. I risultati ottenuti dall'Autore sono veramente sorprendenti. Da essi appare che una soluzione di concentrazione pari a 0,05 N di CO_2, su diversi terreni, estrae una quantità di fosforo che sovente supera del 40-50 % il fosforo solubile in HCl al 10 % a caldo. Una soluzione acquosa a pH5 estrae pure quantità ragguardevoli, mentre all'equilibrio con acqua, in rapporto 1 a 1 con il terreno, si estrae fosforo in quantità insignificante. Ed all'equilibrio con acidi, nel rapporto 1/5 con il terreno, occorre una soluzione normale di HCl oppure 0,2 N di acido citrico per ottenere valori comparabili con il percolato dell'acqua a pH5. In un successivo lavoro, sempre P. L. Hibbard (37), compara il metodo per percolazione con acqua, come descritto, con il metodo delle estrazioni successive applicato con diversi rapporti acqua/terreno e con 1 ora di agitazione. Dopo di che si filtra su adatto e preparato Büchner. Quando tutta la soluzione sia passata, si rimettono filtro e terreno a contatto ancora con l'acqua ripetendo l'operazione precedente. E così per una terza volta. Il fosforo totale trovato nei 7 percolati è un po' inferiore, mediamente, a quello riscontrato con le estrazioni successive. E ciò perchè con le estrazioni all'equilibrio ripetute, si rinnova completamente, di volta in volta, il liquido estraente, mentre non avviene altrettanto usando la percolazione.

Questa tecnica è seguita anche da M. von Wrangell (op. cit.): 1 gr. di terreno è agitato 5 ore con 100 cc. di acqua. La soluzione è chiarificata

per centrifugazione, il liquido chiaro è sifonato fuori ed il terreno è nuovamente agitato con 100 c.. di acqua come prima; eventualmente si ripete una terza volta. Tommasi e Marimpietri (op. cit.) hanno modificato questa procedura, rielaborata poi ancora da Marimpietri, Morani e Gisondi (op. cit.). Sulla complementare elaborazione matematica abbiamo in precedenza espresso la nostra opinione.

T. Saidel e G. Pavlovschi (49) ritornano nel 1932 su questo argomento dimostrandone tutta l'importanza e l'utilità. Ne fanno un'ampia disamina matematica. Fra l'altro dimostrano, anche sperimentalmente, la non applicabilità della formula di M. von Wrangell.

Weeks e Karraker (op. cit.) danno pure conto di indagini condotte con quattro estrazioni successive, usando soluzioni 0,05 N e 0,1 N di acido solforico. Riscontrano che il primo estratto (primo equilibrio) fornisce valori di fosforo solubilizzato che variano approssimativamente dal 50 all'85 % del totale estratto. Come si osserverà queste cifre sono abbastanza significative.

In seguito J. S. Burd (op. cit.) ritorna sul criterio delle soluzioni spostate da terreni portati al 100/100 della loro capacità di saturazione acquea.

Infine, nel 1952, H. Margulis e R. Huron (50) indagano sull'applicazione del metodo Schloesing-de Sigmond (op. cit.) con il criterio delle estrazioni successive, su tre terreni calcarei e tre non. Constatano che il procedimento originale per i terreni acalcarei determina un contenuto di P_2O_5 assimilabile pari rispettivafente al 62,9, 50, 47,8 % di quello ottenibile attraverso le estrazioni ripetute, seguendo l'analoga tecnica. Sui terreni calcarei constatano invece i seguenti valori, sensibilmente più elevati, 89,2, 89,6 87,7 %. Osserviamo, a quest'ultimo riguardo, che i contenuti in fosforo dosati devono essere sensibilmente influenzati dal metodo di spostamento preliminare del calcare con la soluzione acida. Gli Autori così concludono: « Per avere la totalità della P_2O_5 mobilizzabile, a mezzo di un acido di data concentrazione (nel caso in esame a pH 2 circa), parecchie estrazioni sono necessarie. Con un solo esaurimento, i risultati ottenuti con diversi terreni non sono comparabilil fra di loro. Questa conclusione impone una modifica operatoria del metodo Schloesing-de Sigmond ». In generale è ritenuto che il numero delle estrazioni non superi le quattro. Del resto, con la nuova ed originale metodologia proposta recentemente da C. Ferrari (51), sulla quale riferiscono anche G. Sandri, P. Coraducci e P. Lugo (52). l'estrazione del terreno avviene in presenza del « bleu di molibdeno fosforato e siliciato » che progressivamente si forma. Ciò rappresenta il tentativo di sottrarsi alla formazione dell'equilibrio fra terreno e soluzione estraente.

Dall'insieme dei fatti esposti emerge: i procedimenti che con obbiettivi e mezzi diversi si preoccupano di esaurire pressochè completamente i terreni del fosforo cosidetto assimiliabile, possono essere ritenuti i seguenti:

a) per spostamento delle soluzioni dal terreno, seguito, in generale da dialisi;

b) per elettrodialisi;

c) per percolazione sino a pressochè esaurimento;

d) per riestrazioni successive, distintamente separate.

Nelle indagini delle quali si darà conto, noi abbiamo adottato quest'ultimo criterio, onde constatarne le effettive differenze nei confronti di alcuni procedimenti fra i più diffusi in Italia ed all'estero. Non abbiamo applicato lo spostamento delle soluzioni per mancanza di adatte apparecchiature ed anche perchè, cercando di ottenere l'esaurimento, il tempo richiesto si prevedeva impressionantemente lungo. Per motivi in parte analoghi non ci siamo serviti dell'elettrodialisi. Fra i due ultimi procedimenti abbiamo scelto le estrazioni successive, che non rappresentano altro che una serie di successivi equilibri, perchè ci è sembrato più alla mano, meno ingombrante e consente una separazione netta tra valori di notevole interesse anche dal punto di vista agronomico. Come si è visto dalla esposizione precedente non è certo nuovo, ed ha, per intanto, un inconveniente solo: è assai più lungo e conseguentemente oneroso dei metodi all'equilibrio; però risponde con sufficiente esattezza ad una domanda precisa; gli altri non sono in grado di farlo. È certo che con una adeguata attrezzatura di centrifughe moderne il metodo può essere snellito di molto. La Stazione di Chimica Agraria di Roma ha proprio esteso il procedimento di M. von Wrangell (op. cit.), più o meno modificato, nel nostro Paese e non ha trovato difficoltà insormontabili. In ogni caso, sarà pur sempre consigliabile adottare questo basilare criterio, almeno per controllare gruppi omogenei di terreni, consentendo di ricavare coefficienti validi per ottenere tutto il fosforo che può essere reso solubile da un determinato metodo. È un valore questo al quale, in modo assoluto, non si può rinunciare.

Nei confronti del terzo punto abbiamo affermato che i procedimenti proposti, in generale, non si preoccupano di dosare il fosforo sotto forma organica od almeno non sono in grado di precisare quanto in effetto ne determinano. Qui non è il caso di parlare di insufficienze analitiche. Tutti sanno come oggi la suddetta determinazione sia pienamente agevole, solo che i dosamenti, naturalmente, raddoppiano di numero. Considerando però alla stessa stregua il fosforo minerale ed organico si potrebbe effettuare

soltanto la determinazione del fosforo totale solubile. Forse alcuni pensano che questo valore sia quantitativamente e fisiologicamente non importante. La documentazione sperimentale è peraltro di ben differente avviso. Nelle nostre ricerche abbiamo sempre dosato sia il fosforo inorganico, depurato dell'interferenza dovuta alla SiO_2, come quello organico. È un altro valore che deve essere chiaramente precisato.

A proposito del quarto punto si deve affermare che la ricerca della natura e della concentrazione idrogenionica della soluzione estraente, presenta saliente importanza fisiologica. Abbiamo espressa la nostra opinione nei confronti delle soluzioni alcaline; queste non possono costituire un mezzo idoneo per risolvere il problema in discussione. Dal punto di vista fisiologico sono da prendere in considerazione solo le soluzioni acquose o saline e le soluzioni di maggiore o minore acidità. L'azione delle prime non rappresenta che un particolare aspetto di quanto avviene tra pianta e terreno. È dunque verso le soluzioni acide che bisogna orientarsi e particolarmente verso quelle che estraggono il terreno approssimativamente tra pH 4 e pH 6. È infatti in questa zona di concentrazione idrogenionica che si svolge la maggior parte dell'attività della secrezione radicale. In accordo, abbiamo espresso la nostra preferenza per l'uso della soluzione acquosa satura di CO_2 non tamponata, con largo rapporto terreno/soluzione. Sembra a noi che la natura dell'estraente ed il modo di impiego rappresentino quanto di meglio, dal punto di vista fisiologico, si possa adottare al riguardo.

Sull'ultimo punto è indispensabile tener presente la necessità imprescindibile della più estesa ed accurata sperimentazione in campo, effettuata nelle più diverse condizioni di ambiente e terreno e con le più varie colture. I valori di laboratorio, anche se razionalmente determinati, avranno sempre l'assoluto bisogno di essere strettamente correlati con la risposta agronomica. È, in altre parole, la soluzione di quello che giustamente U. Pratolongo (op. cit.) considera il problema maggiore. Concluderemo affermando: non è possibile sottrarsi alle impegnative necessità prospettate, per ragioni di rapidità o di costo; il farlo corrisponderebbe a voler costruire sulle sabbie mobili.

PARTE SPERIMENTALE

L'impostazione dell'indagine è in sostanza la seguente: su 8 campioni di terreno, prelevati all'altezza dello strato arabile, della Provincia di Sassari, abbiamo esaminato la ricchezza in fosforo assimilabile, seguendo le precise indicazioni fornite dagli Autori, con i metodi di E. Truog (op. cit.), H. Egner (op. cit.), C. Antoniani (op. cit.), C. Ferrari (op. cit.) ed M. von Wrangell, secondo le modifiche definitive apportate da L. Marimpietri, V. Morani ed A. Gisondi (op. cit.). Il metodo Antoniani è stato da noi applicato sia con il rapporto prescritto tra terreno e soluzione estraente e pari ad 1/10, sia con uno più largo e pari ad 1/50. Ogni variante eventualmente introdotta nei rispettivi procedimenti sarà da noi indicata nella specifica indagine. Poichè i metodi venivano applicati all'*equilibrio,* il tempo di contatto era preliminarmente indagato usando tempi crescenti. Si adottava il tempo minimo per ottenere la massima estrazione. Possiamo, su questo punto, anticipare che non abbiamo mai riscontrato il fenomeno, comunicato da altri Autori, che oltrepassato detto tempo, i valori del fosforo estratto diminuissero per successiva riprecipitazione, salvo nei casi di contemporanea diminuzione della concentrazione idrogenionica. Avvertiamo sin d'ora che per ragioni di tempo, non tutti i terreni sono stati indagati con tutti i suesposti procedimenti, essendosi talora limitata l'indagine soltanto a quattro terreni scelti fra i più significativi. Gli stessi metodi sono stati inoltre esaminati con il criterio delle *estrazioni successive,* sino ad esaurimento pressochè totale del fosforo estraibile. Sulle limpide soluzioni estratte si dosava, con la tecnica micro-analitica elaborata da C. Ferrari (op. cit.) e C. Ferrari e P. Lugo (op. cit.), trovata perfettamente adeguata allo scopo, sia il fosforo inorganico, come quello organico. Avendo esaminato procedimenti diversi da quello di C. Ferrari (op. cit.) e sul quale hanno riferito successivamente anche G. Sandri, P. Coraducci e P. Lugo (op. cit.), e quindi con soluzioni estratte a pH non rientrante nelle prescritte modalità (cioè non compreso tra 4 e 5), abbiamo dovuto procedere, mediante aggiunta di adatte soluzioni tampone o eventualmente di acido solforico, alla relativa correzione. In ogni caso abbiamo effettuato una nuova taratura delle soluzioni fosfatiche a titolo noto, nelle condizioni del metodo sperimentato e sempre con la tecnica microanalitica elaborata da C. Ferrari e collaboratori.

La scelta dei metodi suindicati è dovuta ai seguenti motivi: il metodo di E. Truog (op. cit.) è senza dubbio il più diffuso nel Nord America; quello di H. Egner (op. cit.) nel Nord Europa; il metodo di C. Antoniani

(op. cit.), che si sta diffondendo in Italia, ci convinceva sia per l'impostazione, secondo noi, razionale dell'estrazione, sia per l'elaborazione finale dei risultati ottenuti; quello di C. Ferrari (op. cit.), che è appena stato esposto dall'Autore, ci attirava per l'originalità della procedura e per il tentativo, con un solo dosamento, di sottrarsi all'equilibrio; il metodo di M. von Wrangell (op. cit.), con le modifiche introdotte da L. Marimpietri, V. Morani ed A. Gisondi, perchè è il più diffuso nel nostro Paese e perchè applica, in fondo, il criterio delle estrazioni successive.

La composizione dei terreni esaminati.

Trattasi di sette terreni coltivati, oltre ad uno di pineta, prelevati con il criterio di presentare caratteristiche fisico-chimiche di composizione assai differenziate, come le tabelle dimostreranno subito.

I dosamenti analitici effettuati sono i seguenti:

pH. Determinato sulla sospensione acquosa con il potenziamento Beckman mod. G.

Calcare. Dosamento volumetrico con il calcimetro di Scheibler.

Azoto. Determinato secondo Kieldhal, con attacco mediante acido fosfosolforico in presenza di ossido di rame.

Sostanza organica. Calcolata moltiplicando per 20 la percentuale di azoto e determinata anche per ossidazione con bicromato di potassio ed acido solforico.

Anidride fosforica totale. Determinata volumetricamente secondo Pemberton, dopo attacco con acido nitrico concentrato a caldo.

Analisi fisico-meccanica. Eseguita con il metodo alla pipetta, usando come disperdente una soluzione al 0,2 % di litio carbonato.

Le Tabelle N. 1 e 2 illustrano i risultati ottenuti.

Tabella 1: Analisi chimica.

Terreno	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	8,4	8,0	7,3	8,2	6,3	8,0	8,4	6,0
Calcare °/o	66,46	4,82	0,20	5,5	0,16	0,51	14,2	tracce
Azoto °/o	0,15	0,15	0,22	0,13	0,32	0,27	0,14	0,45
Sostanza organica °/o (N. × 20)	3,0	3,0	4,4	2,6	6,4	5,4	2,8	9,0
Sostanza organica °/o ($K_2Cr_2O_7$)	2,37	1,57	3,73	1,41	3,21	3,23	1,42	9,13
P_2O_5 totale °/o	0,223	0,092	0,143	0,115	0,066	0,057	0,16	0,27

Tabella 2: ANALISI FISICO-MECCANICA.

Terreno	1	2	3	4	5	6	7	8
Scheletro %	9,6	1,05	0,5	5	8	4,4	1,8	29,8
Sabbia grossa % . . .	9,2	77,25	2,55	25,5	57,16	13,11	3,4	40
Sabbia fine % . . .	48,7	13.26	31,0	46,2	28,56	20.53	19,8	35
Limo %	24,6	4,6	25,6	10,07	4,8	16,24	32,8	5,1
Argilla %	15,7	5,9	40,4	18,1	10,4	50,12	44,6	19,5

Il terreno N. 1 si presenta come sub-alcalino, decisamente calcareo, limo-argilloso; il N. 2 come sub-alcalino, provvisto di calcare, sabbioso; il N. 3 lievemente alcalino, decisamente argilloso; il N. 4 sub-alcalino, provvisto di calcare, sabbioso; il N. 5 sub-acido, sabbioso; il N. 6 sub-alcalino limo-argilloso; il N. 7 sub-alcalino, mediamente fornito di calcare, limo-argilloso; il N. 8 sub-acido, decisamente organico (trattasi di terreno di pineta) sabbioso.

È da osservare che anche laddove l'argilla è contenuta in modeste proporzioni, si nota tuttavia l'estrema finezza del suo stato fisico; le soluzioni acquose sono di molto difficile filtrazione e centrifugazione; le stesse soluzioni leggermente acide presentano talora difficoltà ad essere rese limpide per filtrazione. In taluni terreni si osserva che l'azoto è contenuto in dosi medie, in altri in dosi elevate. In correlazione si nota analogo comportamento per la sostanza organica. È interessante osservare che la sostanza organica, dosata per ossidazione, si accorda bene, con quella calcolata, solo nel terreno di pineta; in tutti gli altri casi le differenze sono sensibili. In taluni terreni per ossidazione si hanno valori di sostanza organica che sono pressapoco la metà di quelli ottenuti moltiplicando per 20 la percentuale di azoto. L'acido fosforico presenta alcuni valori decisamente bassi, altri medi e due da ritenersi piuttosto elevati. Come si sarà osservato, la composizione fisico-chimica dei terreni descritti presenta una ampia disformità, in accordo con quelli che erano gli intendimenti della presente indagine.

METODO TRUOG.

Preliminarmente si deve dire che noi abbiamo lavorato, *con tutti i procedimenti,* su terra fine, ottenuta attraverso setaccio da 2 mm., secca all'aria.

2 gr. di terreno si agitano in bevuta da 750 cc. con 400 cc. di una soluzione 0,002 N di H_2SO_4 addizionata di 3 gr. di $(NH_4)2SO_4$ per litro per 30'. Poi si passa su filtro Schleicher e Schüll n. 589 [2] fascia bianca, marca Selecta, sino a limpidità. Abbiamo osservato una filtrazione generalmente rapida. Le soluzioni si presentavano di assoluta limpidità. Su 50 cc. del filtrato si dosavano fotometricamente e con la procedura di C. Ferrari e collaboratori, che descriveremo dettagliatamente in seguito, il fosforo minerale più la silice, la silice, ed il fosforo minerale più l'organico, differenziando così le due forme di combinazione del fosforo. Come si è già detto, quando le soluzioni estratte presentavano pH inferiore o superiore ai valori compresi fra 4 e 5 opportunamente si correggevano.

Abbiamo osservato il tempo minimo per l'estrazione massima di fosforo, notando che si accordava con quello indicato da Truog e pari a 30'.

La tecnica delle estrazioni successive. Anticipiamo subito come è stata da noi applicata per i vari procedimenti: le estrazioni venivano condotte nelle condizioni stabilite per i vari metodi. Anche il tempo di contatto corrispondeva per i metodi di Truog, Egner e Wrangell, modificato da Marimpietri, Morani e Gisondi. Per il metodo Antoniani abbiamo invece diminuito il tempo di contatto da 60' a 30'. Per il Ferrari possiamo dire che non è ancora stato prescritto quale debba essere; abbiamo quindi adottato anche in questo caso i 30'. Del resto, con un criterio siffatto, arrivando pressochè all'esaurimento del fosforo estraibile, non ha importanza introdurre delle varianti a questo riguardo.

Terminata l'estrazione e la filtrazione, abbiamo proceduto al lavaggio del terreno estratto con 80-100 cc. di acqua distillata, allo scopo di allontanare completamente le ultime porzioni della soluzione estraente. Questo procedimento è sconsigliato da T. Saidel e G. Pavlovschi (op. cit.), in quanto i detti Autori considerano giustamente che esso conduca ad errori per la solubilità in acqua della sostanza da estrarre. Abbiamo controllata la reale consistenza quantitativa di tali critiche, estraendo il terreno più ricco di fosforo solubile in acqua e lavandolo come indicato; in questo liquido è stato dosato il fosforo e si è trovato un valore pari all'1,6 % di quello ottenuto nel primo estratto. Evidentemente nelle estrazioni successive l'errore è destinato a scomparire; ma anche se così non fosse, una differenza del genere rientra in quelle da considerare come analiticamente inevitabili. Del resto, anche le altre metodologie vanno inevitabilmente incontro a deficienze analitiche, come si vedrà per il procedimento Wrangell modificato.

Terminato il lavaggio si asciugavano terreno e filtro in stufa a 100°; la parte del filtro, contenente ancora terreno, era rimessa nel recipiente di estrazione, dove già si trovava la maggior parte del terreno, si aggiungeva la stessa quantità di estraente e l'operazione riprendeva come già descritto. È stato obiettato da P. L. Hibbard (37) che il filtro può assorbire del fosfato; le prove da noi condotte, nelle più diverse condizioni, hanno dimostrato che ciò non presenta incidenza quantitativa apprezzabile. Poichè nelle estrazioni successive alla prima cambiava, sia pure di poco, il tenore originale di umidità, ne veniva tenuto il debito conto ed i valori ottenuti erano corrispondentemente rapportati al contenuto iniziale.

La descritta tecnica non è naturalmente seguita per il metodo Wrangell, con le modifiche introdotte da Marimpietri, Morani e Gisondi, del quale si parlerà nell'apposita sede.

Per il procedimento in esame sono stati indagati soltanto quattro terreni e cioè i N. 2 - 4 - 6 - 8. Chiamando il metodo di Truog come i seguenti, *all'equilibrio,* intendiamo riferirci alla sua esecuzione integrale, come riportata dall'Autore e sopra descritta. Chiamando metodo di Truog, come i seguenti, secondo le *estrazioni successive,* intendiamo riferirci alla metodica sopra esposta e che fornisce il valore del fosforo pressochè totalmente solubilizzabile dal procedimento stesso.

Le Tabelle N. 3 (pag. 47) e 4 (pag. 48) ed il Diagramma N. 1 (pag. 49) illustrano i risultati ottenuti.

L'esame della Tabella N. 3 porta ai seguenti rilievi:

1°) con il metodo di Truog all'equilibrio, praticamente dopo 30' si è raggiunta la massima estrazione di P_2O_5. Proseguendo l'estrazione sino a 45' si può avere ancora qualche insignificante aumento, come anche qualche lieve diminuzione (rifissazione del fosforo disciolto). Per la P_2O_5 organica si nota talora un incremento prolungando l'estrazione da 30' a 45';

2°) per i terreni non calcarei il pH si stabilizza sui valori 3-3,2; nel terreno N. 2, con un contenuto calcareo del 4,8 %, il pH oscilla tra 3,2 e 3,55; nel terreno N. 4, con un contenuto calcareo pari al 5,5 %, il pH va da 5,7 iniziale sino a 6,4 finale; il tampone non ha quindi retto. È certo che con contenuti calcarei superiori a quelli visti, il fatto assumerà caratteri di normalità, con tutte le conseguenze esaminate;

3°) la P_2O_5 minerale estratta va da un minimo dell'1,6 % rispetto al totale per il terreno N. 8, sino al 29,8 % per il terreno N. 2.

La P_2O_5 organica estratta varia da un minimo del 0,6 % per il terreno N. 8, sino al 4,5 % per il terreno N. 6.

Tabella 3: Metodo Truog.

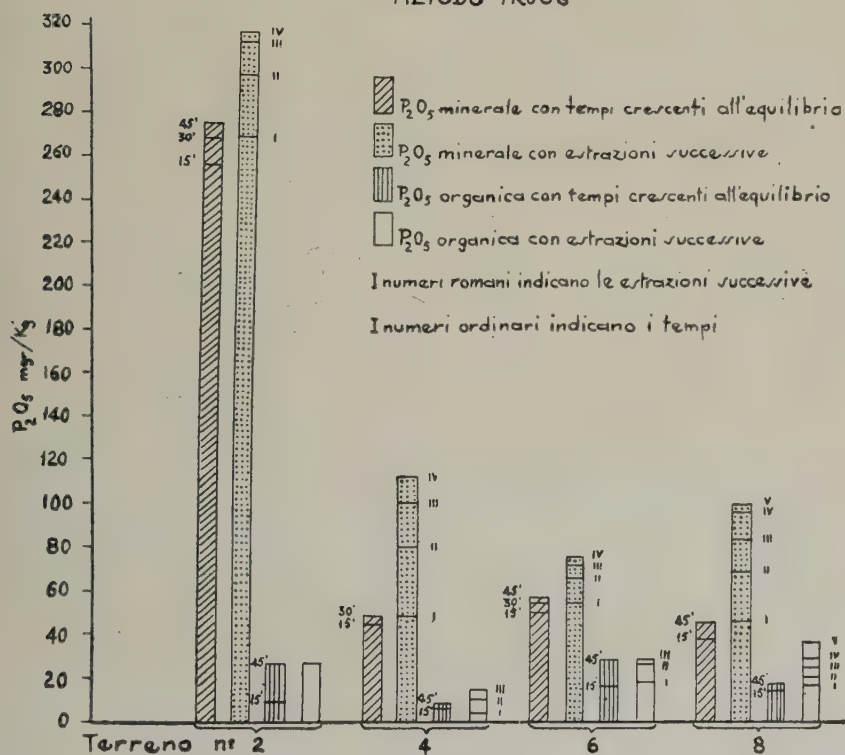
Estrazione all'equilibrio con tempi crescenti.

Terreno	P_2O_5 tot. gr./Kg.	Tempo di estrazione min.	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. + SiO_2 gr./Kg.	P_2O_5 min. gr./Kg.	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. gr./Kg.	P_2O_5 org. gr./Kg.	P_2O_5 min. / P_2O_5 tot. %	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. / P_2O_5 totale %	P_2O_5 org. / P_2O_5 tot. %	P_2O_5 org. / P_2O_5 min. %
2	0,92	15	3,18	0,282	0,256	0,264	0,008	27,8	28,7	0.9	3.1
		30	3,42	0,296	0,268	0,294	0,026	29,2	32,0	2,8	9,7
		45	3,55	0,300	0,274	0,300	0,026	29,8	32,6	2,8	9,5
4	1.15	15	5,68	0,056	0,044	0,048	0,004	3,8	4,2	0,4	9,1
		30	6,14	0,060	0,048	0,052	0,004	4,2	4,5	0.3	8.3
		45	6,39	0,056	0,044	0.050	0,006	3,8	4.3	0,5	13,6
6	0,57	15	3,23	0,098	0,050	0,066	0,016	8,8	11,6	2,8	32
		30	3,20	0,102	0,054	0,072	0,018	9,5	12.6	3,1	33,4
		45	3,20	0,104	0,056	0,082	0,026	9,8	14.3	4,5	46.4
8	2,7	15	3,15	0,052	0,038	0,052	0,014	1,4	1,9	0,5	36.8
		30	3,15	0,060	0,044	0,060	0,016	1.6	2.2	0.6	36.4
		45	3,15	0,064	0,044	0,060	0,016	1,6	2,2	0,6	36,4

Tabella 4: METODO TRUOG.

Estrazioni successive.

Terreno	P_2O_5 tot. gr./Kg.	Estrazione	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. $+SiO_2$ gr./Kg.	P_2O_5 min. gr./Kg.	P_2O_5 min. $+P_2O_5$ org. gr./Kg.	P_2O_5 org. gr./Kg.	$\frac{P_2O_5 \text{ min.}}{P_2O_5 \text{ tot.}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ min.} + P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ totale}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ totale}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ min.}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ min.+org. equil.}}{P_2O_5 \text{ min. + org. estrazioni successive}}$ %
2	0,92	I	3,45	0,296	0,268	0,294	0,026	29,2	32,0	—	—	—
		II	3,27	0,028	0,028	0,028	0,0	3,2	3,2	—	—	—
		III	3.18	0,016	0,016	0,016	0,0	1,7	1,7	—	—	—
		IV	3,1	0,004	0,004	0,004	0,0	0,4	0,4	—	—	—
				0,344	0,316	0,342	0,026	34,5	37,3	2,8	8,2	87.7
4	1,15	I	6,14	0,060	0,048	0,052	0,004	4,2	4,5	—	—	—
		II	3,78	0,046	0,032	0,038	0,006	2,8	3,3	—	—	—
		III	3.15	0,032	0,020	0,024	0,004	1,7	2,1	—	—	—
		IV	3,1	0,016	0,012	0,012	0,0	1,0	1,0	—	—	—
				0,154	0,112	0,126	0,014	9,7	10,9	1,2	12,5	39,8
6	0.57	I	3,18	0,102	0,054	0,072	0,018	9,5	12,6	—	—	—
		II	3,08	0,028	0,012	0,018	0,006	2,1	3,1	—	—	—
		III	3,08	0,020	0,006	0,008	0,002	1,0	1,4	—	—	—
		IV	3,08	0,016	0,004	0,004	0,00	0,7	0,7	—	—	—
				0,166	0,076	0,102	0,026	13.3	17,8	4,5	34.2	80,4
8	2,7	I	3,15	0,060	0,044	0,060	0,016	1,6	2,2	—	—	—
		II	3,10	0,028	0,024	0,028	0,004	0,9	1,0	—	—	—
		III	3,10	0,020	0,016	0,020	0,004	0,6	0,7	—	—	—
		IV	3,10	0,016	0,012	0,016	0,004	0,4	0,6	—	—	—
		V	3,10	0,012	0,004	0,010	0,006	0,1	0,4	—	—	—
				0,136	0,100	0,134	0,034	3,6	4,9	1,3	34,0	44,7

La P_2O_5 totale estratta oscilla da un minimo del 2,2 % per il terreno N. 8 ad un massimo del 32,6 % per il terreno N. 2. In conseguenza la P_2O_5 organica estratta rispetto alla minerale rappresenta rispettivamente per il terreno N. 2 il 9,5 % per il N. 4 il 13,6 %, per il N. 6 il 46,4 %, per il N. 8 il 36,4 %. I due ultimi terreni, più ricchi di sostanza organica, sono anche quelli che danno la maggiore percentuale di P_2O_5 organica estratta rispetto alla minerale.

L'esame della Tabella N. 4 consente le seguenti osservazioni:

1°) con il metodo Truog, eseguito con quattro estrazioni successive per i terreni N. 2, 4, 6 e con cinque per il terreno N. 8, si constata che il pH nelle ultime estrazioni si mantiene tra i valori 3-3,1, nei limiti quindi imposti dal procedimento. Il terreno N. 4 che nella prima estrazione appare insufficientemente tamponato (pH finale 6,14) nelle ultime scende a 3,15

e 3,1. Praticamente si osserva il pressochè totale esaurimento del fosforo solubile. Avremmo potuto, per ottenere detto valore, estrapolare la curva su un diagramma, ma in queste ricerche non abbiamo voluto servirci di tale mezzo, attenendoci ai soli valori sperimentalmente dosati;

2°) la P_2O_5 minerale estratta va da un minimo del 3,6 % rispetto al totale per il terreno N. 8 sino al 34,5 % per il terreno N. 2. La P_2O_5 organica estratta oscilla da un minimo dell'1,2 % per il terreno N. 4 sino al 4,5 % per il terreno N. 6.

La P_2O_5 totale estratta varia da un minimo del 4,9 % per il terreno N. 8 sino al 37,3 % per il terreno N. 2. Quindi la P_2O_5 organica estratta rispetto alla minerale rappresenta per il terreno N. 2 l'8,2 %, per il N. 4 il 12,5 %, per il N. 6 il 34,2 %, per il N. 8 il 34 %, valori tutti degni di attenta considerazione;

3°) il rapporto tra P_2O_5 totale solubilizzata all'equilibrio e con le estrazioni successive è il seguente: 87,7 % nel terreno N. 2, 39,8 % nel N. 4, 80,4 % nel N. 6 e 44,7 % nel N. 8. Come si noterà le differenze sono sensibili sempre ma particolarmente per i terreni N. 4 (si ricordi però che in questo caso il tampone non ha retto) e N. 8 dove i valori con le estrazioni successive sono più che raddoppiati rispetto a quelli all'equilibrio, il che non può non apparire significativo per un metodo che adotta un solvente ad acidità piuttosto elevata ed un rapporto terreno/soluzione estraente pari a 1/200. L'incremento maggiore è dovuto alla P_2O_5 minerale, ma un certo contributo, per alcuni terreni, spetta pure a quella organica;

4°) secondo le indicazioni dell'Autore, e relative a culture generali nelle condizioni del Wisconsin, giudicando i risultati all'equilibrio e per la sola P_2O_5 minerale, soltanto un terreno, il N. 2, non avrebbe bisogno di alcuna concimazione fosfatica; gli altri tre, per contro, ne risentirebbero l'efficacia. I risultati ottenuti con le estrazioni successive, sia nei riflessi della P_2O_5 totale solubilizzata, come della sola frazione minerale, non possono per ora essere oggetto di valutazioni del genere.

Dopo aver esposto i risultati con tutti i procedimenti, faremo i relativi raffronti e trarremo, in sede di discussione, le logiche conclusioni.

Metodo Egner.

È stato, come il Truog, applicato soltanto ai quattro terreni precedentemente esaminati. Due dei quali modestamente forniti di calcare e due pressochè esenti. Le prove fotometriche eseguite con soluzioni a contenuto noto di P_2O_5, in presenza dei reattivi prescritti dal metodo, hanno dimo-

strato che la procedura analitica di C. Ferrari e collaboratori è perfettamente applicabile. Quando gli estratti del terreno fossero stati fuori delle condizioni di pH prescritte, venivano opportunamente corretti.

La soluzione estraente si ottiene sciogliendo una molecola di lattato di calcio $(CH_3\text{-}CHOH\text{-}COO)_2\ Ca.5H_2O$ corrispondente a gr. 308,23 in due litri di acqua distillata; si aggiunge una molecola di HCl (per es. 200 cc. di HCl 5 N) e dopo raffreddamento si diluisce a quattro litri con acqua. Onde evitare la formazione di muffe, è consigliabile l'aggiunta di alcune goccie di cloroformio. La soluzione così preparata possiede un pH pari a 3,2. Prelevandone 40 cc. e diluendoli a 1000 cc. si ottiene una soluzione a pH 3,7. Per l'estrazione, 5 gr. di terra fine, secca all'aria, si agitano meccanicamente per due ore con 250 cc. di soluzione diluita di lattato (pH = 3,7); si filtra scartando le prime porzioni sino a filtrato perfettamente limpido che è facilmente ottenibile. Per la determinazione fotometrica si prelevano 25 cc. sui quali si opera, secondo quanto sarà detto successivamente, il dosamento della P_2O_5 minerale più la silice, della silice e della P_2O_5 minerale più l'organica, secondo la tecnica descritta da C. Ferrari e collaboratori, opportunamente adattata.

L'indagine ha pure seguito la traccia precedente e cioè: determinazione della P_2O_5 con tempi crescenti all'equilibrio e con le estrazioni successive.

Per i due terreni calcarei (N. 2 e 4) si è notato che praticamente la massima estrazione di P_2O_5 solubile si aveva dopo 15'; il tampone non aveva retto ed i processi di rifissazione fosforica impedivano ulteriori incrementi; negli altri due terreni invece sono stati necessari 120' di contatto, d'accordo con quanto prescrive il procedimento in esame.

Le Tabelle N. 5 (pag. 52) e 6 (pag. 53) ed il Diagramma N. 2 (pag. 54) illustrano i risultati analitici ottenuti.

L'esame della Tabella N. 5 consente le seguenti deduzioni:

1°) preliminarmente è da segnalare che i due terreni N. 2 e N. 4, modestamente calcarei, sono stati estratti nei limiti di validità ammessi dal metodo Egner, rispettivamente per 1^h il N. 2 e per 15' il N. 4. Successivamente il tampone non ha retto e l'estrazione è avvenuta al disopra di pH 4,5. Gli altri due terreni sono stati invece estratti al minimo consentito di pH e cioè a 3,7 circa. Dall'andamento dell'estrazione del terreno N. 2, avvenuta non al disopra di pH 4,5 per 60', riteniamo che il metodo in studio sia valido anche per detto terreno, mentre invece non lo è affatto per il terreno N. 4. In quest'ultimo, risultano ben evidenti i progressivi processi di insolubilizzazione del fosforo dapprima sciolto. Anche a questo

Tabella 5: Metodo Egner.

Estrazione all'equilibrio con tempi crescenti.

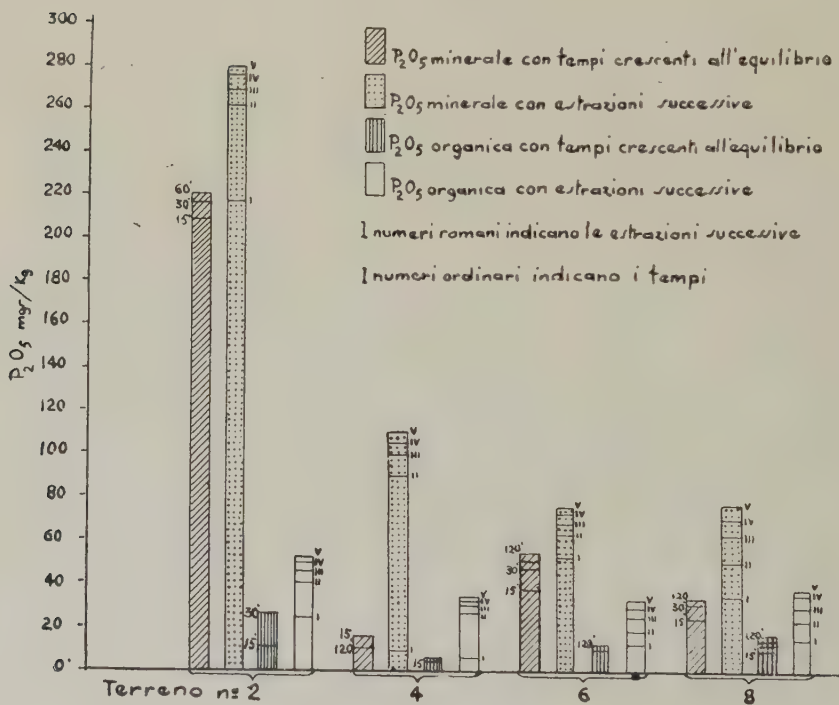
Terreno	P_2O_5 tot. gr. / Kg.	Tempo di estrazione min.'	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. + SiO_2 gr. / Kg.	P_2O_5 min. gr. / Kg.	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. gr. / Kg.	P_2O_5 org. gr. / Kg.	$\frac{P_2O_5 \text{ min.}}{P_2O_5 \text{ tot.}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ min.} + P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ totale}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ tot.}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ min.}}$ %
2	0,92	15	4,02	0,216	0,208	0,220	0,012	22,6	23,9	1,3	5,8
		30	4,2	0,220	0,216	0,244	0,028	23,5	26,5	3,0	12,9
		60	4,5	0,220	0,220	0,244	0,024	23,9	26,5	2,6	10,9
		120	4,8	0,220	0,216	0,240	0,024	23,5	26,1	2,6	11,1
4	1,15	15	4,5	0,016	0,016	0,020	0,004	1,4	1,7	0,3	25,0
		30	5,5	0,014	0,014	0,018	0,004	1,2	1,6	0,4	28,0
		60	6,1	0,014	0,014	0,018	0,004	1,2	1,6	0,4	28,0
		120	6,9	0,012	0,010	0,016	0,006	0,9	1,4	0,5	60,0
6	0,57	15	3,7	0,050	0,038	0,048	0,010	6,7	9,1	2,4	26,3
		30	3,7	0,052	0,048	0,060	0,012	8,4	10,5	2,1	25,0
		60	3,7	0,056	0,050	0,062	0,012	8,8	10,9	2,1	24,0
		120	3,7	0,058	0,054	0,066	0,012	9,5	11,6	2,1	22,2
8	2,7	15	3,65	0,030	0,026	0,036	0,010	0,9	1,3	0,4	38,5
		30	3,7	0,036	0,032	0,044	0,012	1,2	1,6	0,4	37,5
		60	3,7	0,040	0,034	0,048	0,014	1,3	1,8	0,5	41,0
		120	3,7	0,042	0,034	0,050	0,016	1,3	1,9	0,6	47,0

Tabella 6: Metodo Egner.

Estrazioni successive.

Terreno	P_2O_5 tot. gr./Kg.	Estrazione	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. + SiO_2 gr./Kg.	P_2O_5 min. gr./Kg.	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. gr./Kg.	P_2O_5 org. gr./Kg.	P_2O_5 min. / P_2O_5 tot. %	P_2O_5 min + P_2O_5 org. / P_2O_5 totale %	P_2O_5 org. / P_2O_5 tot. %	P_2O_5 org. / P_2O_5 min. %	P_2O_5 min. + org. equil. / P_2O_5 min. + org. estrazioni successive %
2	0.92	I	4.8	0,220	0.216	0,240	0,024	23. 5	26, 1	—	—	—
		II	3.98	0.044	0,044	0.060	0,016	4. 8	6, 5	—	—	—
		III	3,70	0,008	0,008	0 014	0,006	0, 9	1. 5	—	—	—
		IV	3.70	0,006	0,006	0.010	0.004	0, 6	1. 1	—	—	—
		V	3,70	0,005	0,004	0.006	0.002	0. 5	0, 6	—	—	—
				0,283	0,278	0,330	0,052	30, 3	35, 8	5, 5	18, 7	72, 7
4	1.15	I	6,88	0,012	0.010	0,016	0,006	0, 9	1, 4	—	—	—
		II	4,28	0,080	0,080	0,100	0.020	7, 0	8, 7	—	—	—
		III	3,70	0,010	0,010	0,014	0,004	0, 9	1, 2	—	—	—
		IV	3,70	0.006	0,006	0,008	0,002	0, 5	0, 7	—	—	—
		V	3,7	0.004	0.004	0,006	0,002	0, 3	0, 5	—	—	—
				0,112	0,110	0,144	0,034	9, 6	12. 5	2, 9	30, 9	11, 1
6	0,57	I	3.70	0,058	0,054	0,066	0,012	9, 5	11, 6	—	—	—
		II	3.70	0,020	0,010	0.016	0,006	1, 8	2, 8	—	—	—
		III	3,70	0'016	0,006	0,012	0,006	1, 1	2. 1	—	—	—
		IV	3,70	0,010	0.004	0,008	0,004	0. 7	1, 4	—	—	—
		V	3,70	0,008	0,002	0,006	0,004	0, 3	1, 1	—	—	—
				0,112	0,076	0,108	0,032	13, 4	19.0	5, 6	42, 1	61, 1
8	2,7	I	3,70	0,042	0,034	0,050	0,016	1, 3	1, 9	—	—	—
		II	3,70	0,020	0,016	0,024	0,008	0. 6	0. 9	—	—	—
		III	3,70	0,016	0,012	0.018	0,006	0, 4	0, 7	—	—	—
		IV	3,70	0,014	0,008	0,014	0,006	0, 3	0, 5	—	—	—
		V	3,70	0.010	0,006	0:008	0,002	0, 2	0, 3	—	—	—
				0,102	0,076	0,114	0,038	2,8	4, 3	1, 5	50, 0	44.0

riguardo, è da rilevare che terreni con contenuti calcarei superiori al 5 % ben difficilmente potranno essere esaminati con questo procedimento, come del resto è generalmente noto;

2°) la P_2O_5 minerale estratta all'equilibrio va da un minimo dell'1,3 % rispetto alla totale per il terreno N. 8, sino al 23,5 % per il terreno N. 2. Fa a sè il terreno N. 4, considerato fuori metodo dopo 15'; dopo questo

tempo il fosforo minerale rappresentava l'1,4 % riferito al totale.

La P_2O_5 organica estratta varia da un minimo del 0,6 % per il terreno N. 8 sino al 2,6 % per il terreno N. 2.

Conseguentemente la P_2O_5 totale estratta all'equilibrio va da un minimo dell'1,9 % per il terreno N. 8, sino al 26,1 % per il terreno N. 2. Il terreno N. 4 (fuori metodo) fa osservare, a questo riguardo, un valore dell'1,4 %.

La P_2O_5 organica estratta rispetto alla minerale rappresenta rispettivamente per il terreno N. 2 l'11,1 %, N. 6 il 22,2 %, N. 8 il 47 %, valori tutti di considerevole importanza quantitativa. Per il terreno N. 4 si arriva al 60 % ma come si è detto, il metodo non è considerato valido. Sono sempre i terreni maggiormente ricchi di sostanza organica che fanno riscontrare le maggiori percentuali.

L'esame della Tabella N. 6 mette in evidenza quanto segue:

1°) con le estrazioni successive, tutti i terreni, anche i due calcarei, alla seconda sono già nelle condizioni di validità del metodo ed alla terza sono estratti al pH minimo prescritto e cioè al valore 3,7. Tutti i terreni sono stati estratti cinque volte e praticamente si possono considerare prossimi all'esaurimento. Come per il metodo di Truog abbiamo tenuto conto solo dei valori sperimentali ottenuti;

2°) la P_2O_5 minerale estratta va da un minimo del 2,8 % per il terreno N. 8, sino al 30,3 % per il terreno N. 2, riferita alla totale.

La P_2O_5 organica procede invece da un minimo dell'1,5 % per il terreno N. 8 sino al 5,6 % per il terreno N. 6. Devesi notare a questo punto che il procedimento Egner estrae maggiori quantità di P_2O_5 sottoforma organica di quello che non faccia il Truog. La P_2O_5 totale estratta varia da un minimo del 4,3 % per il terreno N. 8 sino al 35,8 per terreno N. 2. Si deduce così: a) la P_2O_5 organica estratta rispetto alla minerale rappresenta per il terreno N. 2 il 18,7%, per il terreno N. 4 il 30,9 %, per il terreno N. 6 il 42,1 %, per il terreno N. 8 il 50 %; b) il rapporto tra P_2O_5 totale solubilizzata all'equilibrio e con le estrazioni successive così si stabilisce: per il terreno N. 2 è pari al 72,7 %, per il N. 4 all'11,1 %, per il N. 6 al 61 %, per il N. 8 al 44 %. A parte il terreno N. 4 che all'equilibrio non è considerato valido, gli altri tre terreni danno luogo a rilievi che devono anche per questo metodo far seriamente riflettere;

3°) dai valori sperimentali esposti e relativi alla sola P_2O_5 minerale all'equilibrio, il procedimento di Egner giudica non bisognoso di concimazione fosfatica soltanto il terreno N. 2, in accordo con il metodo precedente.

Metodo Antoniani.

Il principio sul quale si basa è costituito dall'estrazione di una certa quantità di terreno con soluzione acquosa satura di CO_2. La scelta di questo solvente ha sempre suscitato le più larghe simpatie e speranze fra gli studiosi di questo argomento. Infatti costituisce uno dei mezzi più efficaci at-

traverso i quali le piante estraggono dal terreno ed utilizzano l'alimento fosfatico. La seconda importante prerogativa, che presenta pure evidenti riflessi fisiologici, sta nel fatto di poter realizzare, come si vedrà dalle successive tabelle, la costanza di concentrazione idrogenionica del solvente, senza l'uso di tampone, durante pressochè tutto il tempo di contatto con il terreno e nella zona al disotto di pH 7, anche con terreni molto ricchi di calcare.

Piuttosto recentemente C. Antoniani ha rielaborato un vecchio procedimento del Mitscherlich adottante pure l'acido carbonico come solvente del fosforo nei terreni. Nel 1936, A. N. Puri e A. G. Asghar (53), utilizzando pure lo stesso solvente ed una adatta tecnica di estrazione, avevano precisato l'influenza della temperatura, del rapporto solvente/terreno, del tempo di reazione, l'azione deprimente del $CaCO_3$ e la riproducibilità dei risultati, sui valori del fosforo estratto. Essi così concludevano: « il metodo ha dimostrato di fornire risultati riproducibili con un certo numero di terreni. Esso è privo di complicati dettagli ed i risultati non sono influenzati da alterazioni nel rapporto terreno/acqua, dal tempo di estrazione, ecc. L'addizione di $CaCO_3$ nel terreno abbassa il valore del fosfato assimilabile determinato con questo metodo che mostra un generale accordo con quello di Truog ». Quest'ultima affermazione lascia perplessi sulla sua esatta interpretazione.

Ma la vera novità del metodo di C. Antoniani consiste nella elaborazione di una formula matematica con la quale, dal valore della P_2O_5 estratta, calcola il fabbisogno di fertilizzante da apportare al terreno, per raggiungere il minimo di dotazione fosfatica da considerarsi assimilabile e pari a 10 mgr. di P_2O_5 per chilo di terreno e cioè a 30 Kg. per ettaro. In tale formula entra un coefficiente K che deriva dal rapporto P_2O_5 totale/P_2O_5 solubile in H_2CO_3 che può essere considerato come un indice del ritmo metabolico del terreno per l'acido fosforico. Il coefficiente K presenta valori diversi per i terreni calcarei e per i non calcarei. A parte ogni altra considerazione, il criterio di tener presente, nel calcolo del fabbisogno fosfatico, non solo la P_2O_5 estratta, ma anche il rapporto tra la stessa ed il contenuto totale, sembra a noi degno della più favorevole considerazione.

10 gr. di terra fine, addizionati di 100 cc. di acqua distillata, si sottopongono, entro una bottiglia di Drechsel, all'azione di una moderata corrente di CO_2 per la durata di un'ora. Il gas proviene da una comune bombola, provvista di riduttore, la velocità della corrente gassosa viene regolata in modo che defluiscano circa 150 litri di gas. Ad attacco avvenuto si filtra la sospensione del terreno oppure si centrifuga e su una parte ali-

quota del fitrato o del centrifugato si esegue la determinazione colorimetrica. Nell'esecuzione del metodo, ci siamo attenuti a quanto detto sopra, solo abbiamo sostituito la Drechsel con un tubo di vetro, della lunghezza di 240 mm. e del diametro di 38 mm., a fondo curvo; il capillare di gorgogliamento della CO_2 giungeva sino al fondo del tubo, in modo che si aveva una certa agitazione del terreno e un continuo ricambio della soluzione in contatto con lo stesso. Inoltre abbiamo adottato la filtrazione su carta sino ad ottenere la perfetta limpidità. Si è notata una notevole difficoltà, a questo riguardo, per il terreno N. 3, tanto che, con gli altri procedimenti, venne sostituito dal N. 4.

Con il rapporto 1/10 all'equilibrio sono stati esaminati tutti gli 8 terreni oggetto del presente studio. Con le estrazioni successive invece si sono indagati soltanto i terreni N. 2 - 3 - 6 - 8. Per le misure fotometriche si è applicata la tecnica di C. Ferrari e collaboratori, con dosamento, su una parte aliquota del filtrato, variante da 10 a 20 cc., della P_2O_5 minerale più SiO_2, SiO_2, e P_2O_5 organica più minerale, che si è dimostrata perfettamente idonea, salvo l'opportuna correzione del pH, quando si fosse resa necessaria.

Le seguenti Tabelle N. 7 (pag. 58) e 8 (pag. 59) ed il Diagramma N. 3 (pag. 60) illustrano i risultati ottenuti.

L'esame della Tabella N. 7 permette di rilevare quanto segue:

1°) viene dimostrato che l'equilibrio è praticamente raggiunto dopo un'ora di contatto per tutti i terreni esaminati, d'accordo con le prescrizioni dell'Autore;

2°) il pH della soluzione estraente procede da un minimo di 4,15 per il terreno N. 5, praticamente esente da calcare, sino a pH 6,05 per il terreno N. 1 contenente oltre il 66 % di calcare. Ogni terreno presenta un suo pH caratteristico di estrazione, pur rimanendo costantemente nella zona acida. È quanto similmente dovrà avvenire durante il contatto tra secrezioni radicali e terreno;

3°) la P_2O_5 minerale estratta varia da un minimo del 0,2 % per i terreni N. 7 ed 8, sino al 9,6 % per il terreno N. 2, sempre, si intende, riferita alla totale.

La P_2O_5 organica va da un minimo di O % per i terreni N. 4 e 5, sino all'1 % per il terreno N. 6. È da segnalare, a questo riguardo, come, con questo procedimento, l'estrazione della P_2O_5 minerale risulti molto limitata e pertanto non può meravigliare che in qualche caso non si riscontri P_2O_5 organica.

Tabella N. 7: Metodo Antoniani rapporto 1 a 10.

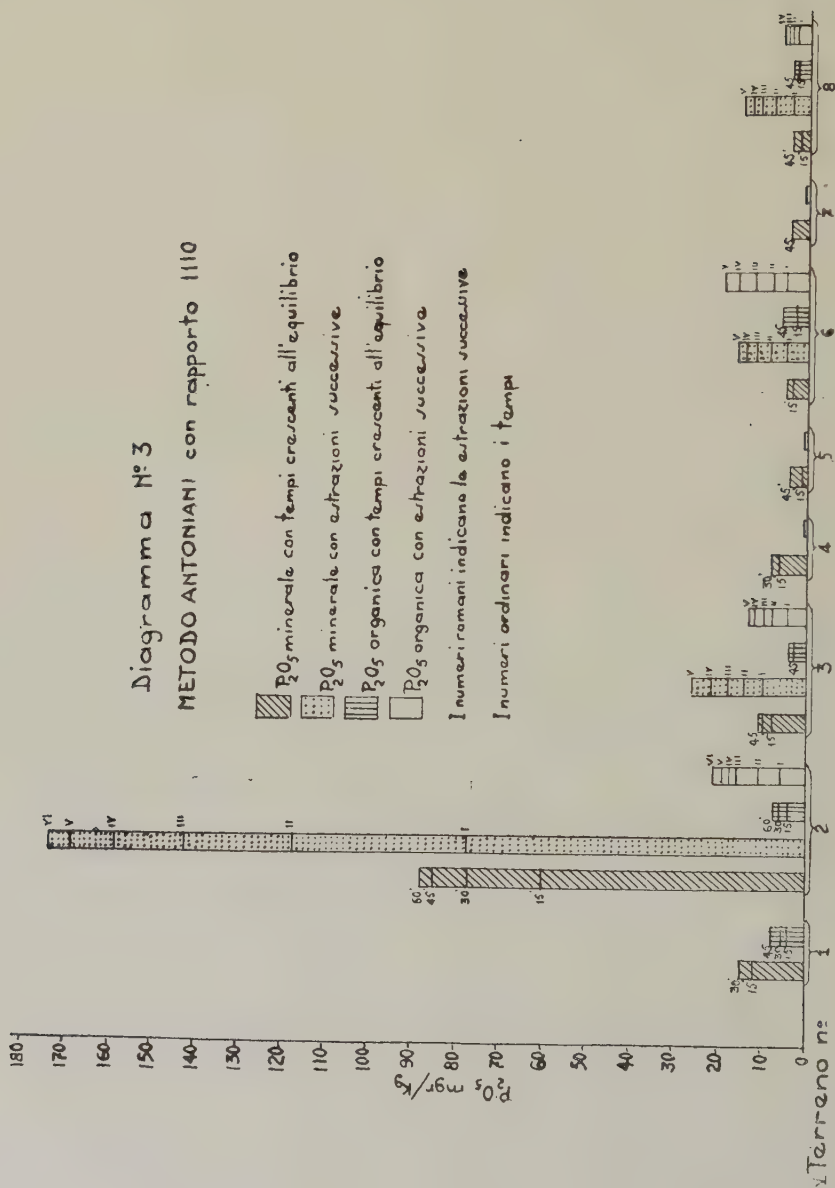
Estrazione all'equilibrio con tempi crescenti.

Terreno	P_2O_5 tot. gr./kg.	Tempo di estrazione min.	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. $+ SiO_2$ gr./Kg.	P_2O_5 min. gr./Kg.	P_2O_5 min. $+P_2O_5$ org. gr./Kg.	P_2O_5 org. gr./Kg.	$\frac{P_2O_5 \text{ min.}}{P_2O_5 \text{ tot.}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ min.} + P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ tot.}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ tot.}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ min.}}$ %
1	2,33	15	6,05	0,022	0,012	0,017	0,005	0,5	0,7	0,2	41,7
		30	,,	0,026	0,015	0,021	0,006	0,6		0,3	40,0
		45	,,	0,028	0,015	0,023	0,008	0,6	,0	0,4	53,3
2	0,92	15	4,95	0,060	0,060	0,064	0,004	6,5	7,0	0,5	6,7
		30	,,	0,082	0,077	0,083	0,006	8,4	9,0	0,6	7,8
		45	,,	0,087	0,085	0,092	0,007	9,2	10,0	0,8	8,2
		60	,,	0,090	0,088	0,094	0,006	9,6	10,2	0,6	6,8
3	1,43	15	5,2	0,027	0,008	0,009	0,001	0,6	0,6	0,07	12,5
		30	,,	0,034	0,010	0,014	0,004	0,7	1,0	0,3	40,0
		45	,,	0,036	0,011	0,015	0,004	0,8	1,0	0,2	36,3
4	1,15	15	5,7	0,022	0,006	0,006	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
		30	,,	0,028	0,008	0,008	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0
		45	,,	0,029	0,008	0,008	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0
5	0,66	15	4,15	0,006	0,001	0,001	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
		30	,,	0,008	0,003	0,003	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
		45	,,	0,008	0,003	0,003	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
6	0,57	15	5,09	0,015	0,004	0,007	0,003	0,7	1,2	0,5	75,0
		30	,,	0,022	0,005	0,010	0,005	0,9	1,8	0,9	100,0
		45	,,	0,025	0,005	0,011	0,006	0,9	1,9	1,0	120,0
7	1,61	15	5,9	0,010	0,003	0,003	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
		30	,,	0,013	0,003	0,0035	0,0005	0,2	0,23	0,03	16,7
		45	,,	0,013	0,003	0,004	0,001	0,2	0,26	0,06	33,4
8	2,7	15	4,95	0,003	0,002	0,004	0,002	0,17	0,2	0,1	100,0
		30	,,	0,005	0,004	0,007	0,003	0,2	0,3	0,1	75,0
		45	,,	0,005	0,004	0,007	0,003	0,2	0,3	0,1	75,0

Tabella 8: METODO ANTONIANI RAPPORTO I A 10.

Estrazioni successive.

Terreno	P_2O_5 totale gr. / kg.	Estrazione	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. + SiO_2 gr. / kg.	P_2O_5 min. gr. / kg.	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. gr. / kg.	P_2O_5 org. gr. / kg.	P_2O_5 min. / P_2O_5 tot. %	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. / P_2O_5 totale %	P_2O_5 org. / P_2O_5 tot. %	P_2O_5 org. / P_2O_5 min. %	P_2O_5 min. + org. equil. / P_2O_5 min. + org. estrazioni successive %
2	0,92	I	4,95	0,082	0,077	0,083	0,006	8,4	9,0	—	—	—
		II	4,85	0,042	0,040	0,045	0,005	4,4	5,0	—	—	—
		III	4,82	0,028	0,025	0,030	0,005	2,7	3,3	—	—	—
		IV	4,83	0,016	0,016	0,018	0,002	1,7	2,0	—	—	—
		V	4,82	0,010	0,010	0,012	0,002	1,1	1,3	—	—	—
		VI	4,82	0,005	0,005	0,007	0,002	0,5	0,8	—	—	—
				0,183	0,173	0,195	0,022	18,8	21,4	2,6	12,7	48,2
3	1,43	I	5,2	0,034	0,010	0,014	0,004	0,7	1,0	—	—	—
		II	4,82	0,012	0,004	0,008	0,004	0,3	0,6	—	—	—
		III	4,75	0,009	0,004	0,006	0,002	0,3	0,4	—	—	—
		IV	4,75	0,007	0,004	0,006	0,002	0,3	0,4	—	—	—
		V	4,75	0,006	0,004	0,005	0,001	0,3	0,3	—	—	—
				0,068	0,026	0,039	0,013	1,9	2,7	0,8	50,0	38,5
6	0,57	I	5,1	0,022	0,005	0,010	0,005	0,9	1,8	—	—	—
		II	5,0	0,012	0,004	0,007	0,003	0,7	1,2	—	—	—
		III	4,9	0,009	0,003	0,007	0,004	0,5	1,2	—	—	—
		IV	4,9	0,006	0,002	0,006	0,004	0,3	1,0	—	—	—
		V	4,9	0,005	0,002	0,005	0,003	0,3	0,9	—	—	—
				0,054	0,016	0,035	0,019	2,7	6,1	3,4	118,0	31,4
8	2,7	I	4,9	0,005	0,004	0,007	0,003	0,2	0,3	—	—	—
		II	4,5	0,004	0,004	0,005	0,001	0,2	0,2	—	—	—
		III	4,4	0,003	0,003	0,004	0,001	0,1	0,1	—	—	—
		IV	4,4	0,003	0,002	0,003	0,001	0,1	0,1	—	—	—
		V	4,4	0.002	0,002	0 002	0,000	0,1	0,1	—	—	—
				0,017	0,015	0,021	0,006	0,7	0,8	0,12	40,0	33,4

Diagramma N° 3
METODO ANTONIANI con rapporto 1110
P2O5 minerale con tempi crescenti all'equilibrio
P2O5 minerale con estrazioni successive
P2O5 organica con tempi crescenti all'equilibrio
P2O5 organica con estrazioni successive
I numeri romani indicano le estrazioni successive
I numeri ordinari indicano i tempi
P2O5 mgr/Kg
Terreno n°
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5
6
7
8

La P_2O_5 minerale ed organica estratta e riferita alla totale decorre da un minimo del 0,26 % per il terreno N. 7 sino al 10,2 % per il terreno N. 2. La P_2O_5 organica estratta, rispetto alla minerale, va dal O % per i terreni N. 4 e 5 sino al 120 % per il terreno N. 6. In altre parole da questo terreno, con questo procedimento, si estrae più fosforo organico che minerale.

L'esame della Tabella N. 8 fa riscontrare quanto segue:

1°) il pH della soluzione alla seconda estrazione scende molto limitatamente, per rimanere pressochè immutato successivamente. Anche da questo punto di vista si raggiunge un equilibrio. Si fa notare che il numero delle estrazioni effettuate presenta un minimo di 5;

2°) con le estrazioni successive, adattate a questo procedimento, si nota che la P_2O_5 minerale rispetto alla totale decorre da un minimo del 0,7 % per il terreno N. 8, sino al 18,8 % per il terreno N. 2.

La P_2O_5 organica va dal 0,12 % per il terreno N. 8, sino al 2,6 % per il terreno N. 2.

La P_5O_2 organica e minerale, sempre riferita alla totale, varia dal 0,8 % per il terreno N. 8, sino al 21,4 % per il terreno N. 2. In conseguenza si deduce: a) la P_2O_5 organica riferita alla minerale rappresenta per il terreno N. 2 il 12,7 %, per il N. 3 il 50 %, per il N. 6 il 118 %, per il terreno N. 8 il 40 %; b) i rapporti tra la P_2O_5 totale solubilizzata all'equilibrio e con le estrazioni successive sono i seguenti: per il terreno N. 2 il 48,2 %, per il N. 3 il 38,5 %, per il N. 6 il 31,4 %, per il N. 8 il 33,4 %. In altri termini, in nessun caso all'equilibrio si raggiunge la metà di quanto si asporta con le estrazioni successive, anzi in generale si sta sulla terza parte. Il che sembra a noi particolarmente importante. Si può inoltre rilevare che i due terreni calcarei fanno osservare valori un pò più elevati degli altri due;

4°) i risultati all'equilibrio e con solo riferimento alla P_2O_5 minerale del procedimento in esame, consentono di classificare come bisognosi di concimazione fosfatica i terreni N. 4 - 5 - 6 - 7 - 8. Poichè i terreni N. 4 - 6 - 8 sono stati pure esaminati con i metodi di Truog ed Egner si osserva che le precedenti deduzioni si accordano con quanto si è rilevato con i procedimenti indicati.

Metodo Antoniani modificato nel rapporto di estrazione

Abbiamo voluto osservare il comportamento del metodo suddetto usando un rapporto terreno/solvente 1/50, anzichè 1/10, a motivo dei va-

Tabella 9: METODO ANTONIAN[...]

Estrazione all'equilibrio con tempi crescenti

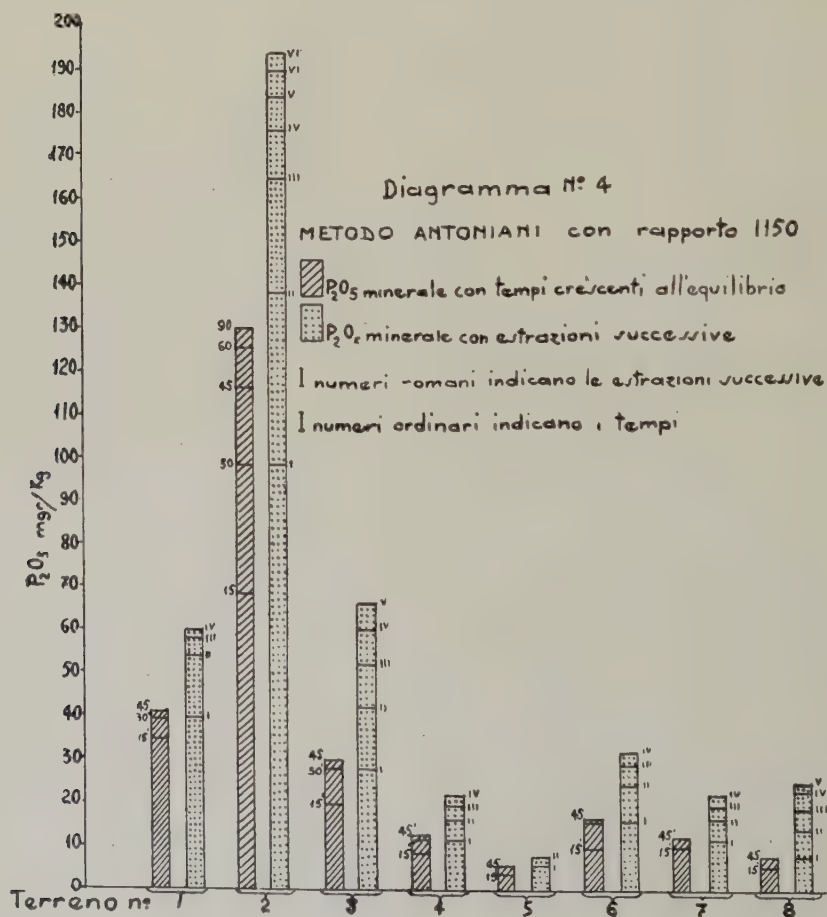
Terreno	P_2O_5 tot. gr. / kg.	Tempo di estrazione min.'	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. + SiO_2 gr. / kg.	P_2O_5 min. gr. / kg.	P_2O_5 min. / P_2O_5 tot. %
1	2,33	15	5,93	0,040	0,035	1,5
		30	»	0,052	0.040	1,7
		45	»	0,052	0,041	1,8
2	0,92	15	4,5	0,075	0,068	7,4
		30	»	0,104	0,098	10,7
		45	»	0,125	0,116	12,6
		60	»	0,134	0,125	13,6
		90	»	0,138	0,130	14,1
3	1,43	15	4,6	0,035	0,020	1,4
		30	»	0,047	0,028	2,0
		45	»	0,050	0,030	2,1
4	1,15	15	5,1	0,018	0,009	0,8
		30	»	0,025	0,012	1,0
		45	»	0,027	0,013	1,1
5	0,66	15	3,93	0,007	0,004	0,6
		30	»	0,009	0,006	0,9
		45	»	0,009	0,006	0,9
6	0,57	15	4,75	0,021	0,010	1,7
		30	»	0,032	0,016	2,8
		45	»	0,035	0,017	3,0
7	1,61	15	5,83	0,024	0,010	0,6
		30	5,8	0,032	0,012	0,7
		45	»	0,032	0,012	0,7
8	2,7	15	4,2	0,008	0,006	0,2
		30	»	0,010	0,008	0,3
		45	»	0,010	0,008	0,3

N RAPPORTO I A 50.

Estrazioni successive

...strazione	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. + SiO_2 gr. / kg.	P_2O_5 min. gr. / kg.	P_2O_5 min. / P_2O_5 tot. %	P_2O_5 all'equilibrio / P_2O_5 estrazioni successive %
I	5,93	0,052	0,040	1,7	——
II	5,8	0,022	0,014	0,6	——
III	5,8	0,010	0,004	0,2	——
IV	5,75	0,006	0,002	0,1	——
	——	0,090	0,060	2,6	68,3
I	4,5	0,104	0,098	10,7	——
II	4,12	0,045	0,040	4,4	——
III	4,07	0,027	0,026	2,8	——
IV	4,0	0,017	0,011	1,2	——
V	»	0,013	0,008	0,9	——
VI	»	0,011	0,006	0,7	—
VII	»	0,010	0,004	0,4	——
	»	0,227	0,193	21,1	67,4
I	4,6	0,047	0,028	2,0	——
II	4,35	0,026	0,014	1,0	——
III	4,25	0,022	0,010	0,7	——
IV	4,2	0,016	0,008	0,6	——
V	4,2	0,014	0,006	0,4	——
	——	0,125	0,066	4,7	45.5
I	5,1	0,025	0,012	1,0	——
II	»	0,014	0,005	0,4	——
III	»	0,008	0,003	0,3	——
IV	»	0,006	0,002	0,2	——
	——	0,053	0,022	1,9	59,2
I	3,93	0,009	0,006	0,9	——
II	3,8	0,004	0,002	0,3	——
	——	0,013	0,008	1,2	75
I	4,73	0,032	0,016	2,8	——
II	4,4	0,016	0,008	1,4	——
III	4,2	0,009	0,005	0,9	——
IV	4,1	0,007	0,003	0,5	——
	——	0,064	0,032	5,6	53,2
I	5,78	0,032	0,012	0,7	——
II	5,5	0,018	0,005	0,3	——
III	5,4	0,011	0,003	0,2	——
IV	»	0,008	0,002	0,1	——
	——	0,069	0,022	1,3	54,5
I	4,15	0,010	0,008	0,3	——
II	4,12	0,008	0,006	0,2	——
III	4,10	0,007	0,005	0,2	——
IV	»	0,006	0,004	0,1	——
V	»	0,005	0,002	0,1	——
	——	0,036	0,025	0,9	32

lori piuttosto bassi riscontrati con quest'ultimo rapporto, ma, sopratutto, perchè il procedimento successivo che esamineremo, cioè quello di Ferrari, lavora con la stessa soluzione estraente, però con un rapporto 1/50 e con tecnica tendente ad impedire la formazione dell'equilibrio. Punto questo di singolare importanza per il problema del quale ci stiamo occupando. Anche se si trattava quindi solo di questo raffronto, abbiamo ugualmente creduto opportuno operare con il criterio delle estrazioni successive, peraltro non seguito dal Ferrari. Per motivi in parte analoghi abbiamo limitato il confronto al solo fosforo minerale. Per il dosamento abbiamo sempre seguito la procedura analitica di C. Ferrari e collaboratori, opportunamente adattata, operando su 25 cc. del filtrato.

La Tabella N. 9 (pp. 62-63) ed il Diagramma N. 4 illustrano i risultati ottenuti.

L'esame della Tabella N. 9 consente le seguenti deduzioni:

1°) il diverso rapporto tra terreno e soluzione determina un abbassamento costante e talora sensibile del pH di estrazione che decorre da un minimo di 3,93 per il terreno N. 5 sino a 5,93 per il terreno N. 1. Si conferma inoltre, d'accordo con le precedenti risultanze, che dopo 15' di contatto il pH è già stabilizzato. Tranne nel caso del terreno N, 2, eccezionalmente ricco di P_2O_5 solubile, tutti gli altri terreni raggiungono la massima estrazione fosforica dopo 1 h di contatto. Talora anzi risulta sufficiente un tempo inferiore. Per il terreno N. 2 occorre invece arrivare a 90'.

2°) La P_2O_5 minerale estratta all'equilibrio va da un minimo del 0,3 % per il terreno N. 8, sino al 14,1 % per il terreno N. 2. Qui si debbono effettuare due importanti considerazioni: a) l'aumentato rapporto soluzione/terreno determina un forte incremento della P_2O_5 estratta che spesso risulta raddoppiata e triplicata rispetto al rapporto 1/10; b) i valori di P_2O_5 minerale, estratta all'equilibrio, risultano sensibilmente più bassi di quelli ottenuti con i metodi di Truog e di Egner. Da certi valori ottenuti a poco diverso pH d'estrazione, e sia pure con diverso rapporto soluzione/terreno e tempo di contatto, si ha la sensazione che l'acido carbonico, a parità di tutti i citati fattori, estragga meno dell'acido solforico e dell'acido lattico. In effetto, è probabile si tratti di ben altra cosa, in accordo con quanto già esposto: l'acido carbonico determina la formazione di notevoli quantità di calcio solubile, come bicarbonato, con marcata azione insolubilizzante sulla P_2O_5 estratta. È, in altre parole, lo stato di equilibrio che si forma progressivamente ed intensamente. Il precedente rilievo assume, a nostro avviso, importanza fisiologica saliente;

3°) con le estrazioni successive, condotte sino a pressochè totale esaurimento della P_2O_5 minerale solubile, si nota come al solito un forte incremento nella P_2O_5 estratta. Si va da un minimo del 0,9 % per il terreno N. 8, sino al 21,1 % per il terreno N. 2, sempre riferito alla totale.

In accordo si osserva che il rapporto tra P_2O_5 minerale all'equilibrio e con le estrazioni successive, varia come segue: terreno N. 1, 68,3 %; N. 2, 67,4 %; N. 3, 45,5 %; N. 4, 59,2 %; N. 5, 75 %; N. 6, 53,2 %; N. 7, 54,5 %; N. 8, 32 %. I valori all'equilibrio oscillano tra i 3/4 ed 1/3 di quelli ottenuti con le estrazioni successive. Si osserva pure che allargando il rapporto terreno/soluzione, in 3 terreni su 4, diminuisce la differenza tra P_2O_5 minerale all'equilibrio e P_2O_5 con le estrazioni successive;

4°) anche applicando quest'ultima tecnica si constata la minore solubilità della P_2O_5 minerale in confronto a quella ottenuta con i metodi pre-

cedenti, pur estraendo a pH poco differenti. Indice e conferma questo di quanto si è in precedenza affermato sull'azione deprimente esercitata, indirettamente, sull'estrazione della P_2O_5, dall'acido carbonico.

METODO FERRARI.

Descriviamo dapprima il procedimento. 2 gr. di terreno secco all'aria, setacciato a 1 o 2 mm. (noi abbiamo, come già detto, usato terreni setacciati sempre a 2 mm.) si trattano con soluzione estraente preparata di recente come segue: 50 cc. di soluzione tampone, sistemata, secondo Walpole, al pH desiderato, si addizionano con 20 cc. di acqua distillata, in pallone tarato da 100 cc.; si aggiungono 20 cc. di reattivo molibdico, 8 cc. di riducente e si porta a volume. 50 cc. di quest'ultima soluzione sono versati nel tubo di estrazione, si inizia il gorgogliamento della CO_2, s'introduce il terreno ed infine si aggiungono gli altri 50 cc. Al termine dell'estrazione si filtra sotto vuoto, con carta Schleicher e Schull 589^2, marca Selecta, nel modo più rapido possibile per impedire ogni ulteriore contatto tra il terreno e la soluzione di estrazione. Il filtrato risulta piuttosto rapidamente limpido, tranne per un terreno che è stato infine rifiltrato per semplice caduta su carta dello stesso tipo.

La tecnica analitica, accuratamente messa a punto da C. Ferrari e collaboratori è la seguente: si prelevano due porzioni di 25 cc. cadauna del filtrato limpido e si mettono in due bevute da 250 cc. Si diluisce con circa 50 cc. di acqua distillata. Si aggiungono agitando 17 cc. di H_2SO_4 8 N. Una bevuta si scalda per 15' su bagnomaria bollente; dopo raffreddamento si travasa in palloncino tarato da 100 cc. e si porta a volume con acqua distillata. Si esegue la lettura fotometrica ed in questo caso l'estinzione è data dalla somma del bleu di molibdeno fosforato e siliciato. La seconda bevuta, dopo l'acidificazione con i 17 cc. di H_2SO_4 8 N, riceve $KMnO_4$ N sino a colorazione rosso-violacea persistente; in tal modo il bleu di molibdeno fosforato e siliciato viene ossidato ad acido fosfo-molibdico e silico-molibdico; mentre il secondo è stabile nelle condizioni anzidette, il primo viene demolito. Aggiungendo altri 2 cc. di riducente si riforma il bleu di molibdeno siliciato; si scalda per 15' su b.m.b., si raffredda, si travasa e si porta a volume in palloncino da 100 cc. In questo secondo caso dalla lettura fotometrica si ricava l'estinzione dovuta al bleu di molibdeno siliciato. Sottraendo questo valore dal precedente si ottiene la quota che compete al bleu di molibdeno fosforato.

Una terza porzione del filtrato, pure di 25 cc., viene prelevata e posta in pallone Kieldhal da 200 cc. si aggiungono 5 cc. di H_2SO_4 8 N, si scalda a fiamma diretta sino a svolgimento di fumi bianchi, previa aggiunta di qualche pallino di vetro per regolarizzare l'ebollizione, accelerando la distruzione della sostanza organica con aggiunta di piccole quantità di $KClO_4$ solido. Quando il liquido residuo appare completamente incolore (il volume si riduce a circa 1 cc.) si lascia raffreddare, si diluisce con acqua a 85 - 90 cc.) si aggiungono 2 cc. di acido ascorbico e si scalda per 15' su b.m.b. Dopo raffreddamento si travasa in palloncino da 100 cc. portando a volume con acqua distillata. Si esegue la lettura fotometrica e l'estinzione misura il contenuto totale di P_2O_5 minerale e di quella presente sotto forma di composto organico mentre la SiO_2, resa insolubile dall'attacco con H_2SO_4 ad alta temperatura, non influisce sul risultato. Sottraendo dalla P_2O_5 totale il valore corrispondente alla P_2O_5 minerale si ricava il risultato relativo alla P_2O_5 organica.

I reattivi necessari sono i seguenti:

1°) reattivo molibdico: soluzione acquosa all'1,44 % di ammonio-molibdato, esente da acido fosforico e silice;

2°) soluzione di H_2SO_4 8 N, esente da arsenico;

3°) soluzione riducente: soluzione acquosa di acido ascorbico al 2,5 %, preparata di recente;

4°) soluzione di $KMnO_4$ N;

5°) soluzione tampone preparata a questo modo: si diluiscono con acqua distillata a 1000 cc., quantità di acido acetico e di acetato sodico tali da ottenere una soluzione acetato-acetica di concentrazione totale 0,4 M. Si deduce che la soluzione estraente che viene diluita nel rapporto 1 : 1 risulta tamponata con i suddetti reagenti a concentrazione 0,2 M, come prescrive il Walpole. Occorre precisare che le prescrizioni di C. Ferrari indicano di tamponare eventualmente, cioè quando, così abbiamo interpretato, l'estrazione avvenga fuori dei limiti voluti di pH, compresi tra i valori 4 e 5. Per non introdurre differenze, noi abbiamo sempre usato la soluzione tamponante.

Letture fotometriche eseguite con spettrofotometro Coleman mod. 14 a 650 mμ.

Abbiamo riportato per esteso la tecnica analitica di C. Ferrari e collaboratori in quanto, opportunamente adattata, è quella da noi applicata per tutti gli altri procedimenti. Le modifiche introdotte si possono così riassumere: la soluzione filtrata e prelevata per le tre determinazioni suesposte, è variata quantitativamente da 10 cc. sino a 50 cc. Si aggiungevano

poi 12,5 cc. di soluzione tampone, acqua distillata fino ad un volume di 70 - 75 cc., 5 cc. di reattivo molibdico e 2 cc. di riducente in modo da essere sempre negli stessi rapporti indicati dal Ferrari. Poichè il procedimento esige che l'estrazione e la riduzione avvengano tra pH 4 e 5, ci siamo trovati in qualche caso ad osservare che il tamponamento non era sufficiente a soddisfare il pH richiesto; bastava aggiungere 0,1 cc. di H_2SO_4 8 N per portare il pH nelle vicinanze di 4. In più, come abbiamo più volte riferito, venne eseguito, per ogni procedimento diverso dal Ferrari, l'aggiornamento della taratura con soluzioni fosfatiche a titolo noto.

In sintesi, il metodo estrae con rapporto 1/50 tra terreno e soluzione acquosa satura di CO_2, opportunamente ed eventualmente tamponata tra pH 4 e 5. Il tempo di estrazione non è sinora fissato da C. Ferrari; ci siamo attenuti al criterio di osservare con tempi crescenti quando avveniva la massima estrazione di fosforo. Si è così osservato che per i terreni N. 2 e 8 l'equilibrio era praticamente raggiunto dopo 90', per i terreni N. 4 e 6 bastavano invece 45'.

Con le estrazioni successive, effettuate sugli stessi 4 terreni, la procedura era la stessa di quella avanti descritta. Soltanto, i tempi di contatto sono stati costantemente da noi tenuti, per le ragioni esposte, sui 30'.

Con questo originale procedimento l'estrazione avviene in presenza dei reattivi determinanti la formazione del bleu di molibdeno fosforato e siliciato, cosicchè l'Autore afferma che l'equilibrio viene rotto e pertanto la reazione dovrebbe continuare sino a pressochè esaurimento del fosforo solubile. Appare evidente l'importanza di un tale risultato, qualora fosse anche solo approssimativamente realizzato.

Le Tabelle N. 10 (pag. 69) e 11 (pag. 70) ed il Diagramma N. 5 (pag. 71) illustrano i risultati ottenuti.

L'esame della Tabella N. 10 porta alle seguenti deduzioni:

1°) il valore pH trovasi, per tutti i quattro terreni esaminati, compreso tra 4,5 e 4,75. Dopo i primi 15' si è raggiunto lo stato di equilibrio, nei confronti della concentrazione idrogenionica;

2°) la P_2O_5 minerale estratta all'equilibrio va da un minimo del 0,85 % per il terreno N. 8 sino al 19,1 per il terreno N. 2, sempre riferita alla totale. A pressapoco pari pH, come si può agevolmente confrontare, i valori ottenuti con il metodo Antoniani, con il rapporto 1/50 tra terreno e soluzione estraente, sono sensibilmente meno elevati, talora sono meno della metà, di quelli ottenuti con questa procedura. È questa la dimostrazione che in effetto questo criterio di estrazione raggiunge l'obiettivo di

Tabella 10: Metodo Ferrari.
Estrazione all'equilibrio coi tempi crescenti.

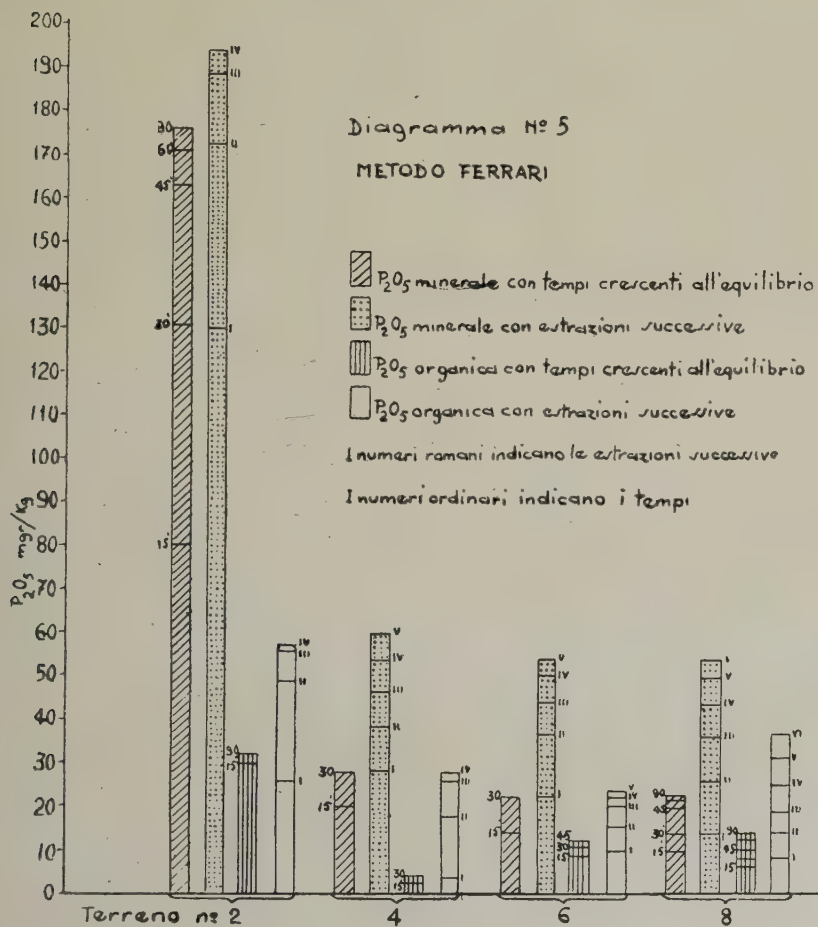
Terreno	P_2O_5 tot. gr./kg.	Tempo di estrazione min.'	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. + SiO_2 gr./kg.	P_2O_5 min. gr./kg.	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. gr./kg.	P_2O_5 org. gr./kg.	P_2O_5 min. / P_2O_5 tot. %	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. / P_2O_5 totale %	P_2O_5 org. / P_2O_5 totale %	P_2O_5 org. / P_2O_5 min. %
2	0,92	15	4,65	0,084	0,080	0,110	0,030	8,7	12	3,3	37,5
		30	»	0,154	0,130	0,156	0,026	14,1	17	2,9	20
		45	»	0,186	0,162	0,190	0,028	17,5	20,6	3,1	17,3
		60	»	0,196	0,170	0,202	0,032	18,5	22	3,5	18,8
		90	»	0,208	0,176	0,208	0,032	19,1	22,6	3.5	18.2
4	1,15	15	4,75	0,050	0,020	0,022	0,002	1,7	1,9	0,2	10
		30	»	0,072	0,028	0,032	0,004	2,4	2,8	0,4	14,3
		45	»	0,072	0,028	0,032	0,004	2,4	2,8	0,4	14,3
6	0,57	15	4,62	0,048	0,014	0,022	0,008	2,5	3,9	1,4	57,2
		30	»	0,082	0,022	0,032	0,010	3,9	5,6	1,7	45,5
		45	»	0,104	0,022	0,034	0,012	3,9	6,1	2,2	54,5
8	2,7	15	4,5	0,010	0.010	0,016	0,006	0,47	0,6	0,2	60
		30	»	0,016	0,014	0,022	0,008	0.5	0,8	0,3	57
		45	»	0,022	0,020	0,030	0,010	0,7	1,1	0,4	50
		60	»	0,028	0,022	0,034	0,012	0,8	1,3	0,5	54,5
		90	»	0,034	0,023	0,039	0,014	0,85	1,4	0,6	61

Tabella N. II: Metodo Ferrari.

Estrazioni successive.

Terreno	P_2O_5 tot. gr./kg.	Estrazione	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. + SiO_2 gr./kg.	P_2O_5 min. gr./kg.	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. gr./kg.	P_2O_5 org. gr./kg.	$\frac{P_2O_5 \text{ min.}}{P_2O_5 \text{ totale}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ min.} + P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ totale}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ totale}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ min.}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ min.} + \text{org. equil.}}{P_2O_5 \text{ min.} + \text{org. estrazioni successive}}$ %
2	0,92	I	4,65	0,154	0,130	0,156	0,026	14,1	17	—	—	—
		II	,,	0,072	0,042	0,065	0,023	4,6	7,1	—	—	—
		III	,,	0,040	0,016	0,023	0,007	1,7	2,5	—	—	—
		IV	,,	0,011	0,006	0,007	0,001	0,6	0,8	—	—	—
				0,277	0,194	0,251	0,057	21,0	27,4	6,4	29,4	82,9
4	1,15	I	4,73	0,072	0,028	0,032	0,004	2,4	2,8	—	—	—
		II	4,62	0,056	0,010	0,024	0,014	0,9	2,1	—	—	—
		III	,,	0,038	0,008	0,016	0,008	0,7	1,4	—	—	—
		IV	,,	0,028	0,008	0,010	0,002	0,7	0,9	—	—	—
		V	,,	0,018	0,006	0,006	0,000	0,5	0,5	—	—	—
				0,212	0,060	0,088	0,028	5,2	7,7	2,5	46,7	36,4
6	0,57	I	4,62	0,082	0,022	0,032	0,010	3,9	5,6	—	—	—
		II	,,	0,060	0,014	0,020	0,006	2,5	3,5	—	—	—
		III	,,	0,050	0,008	0,012	0,004	1,4	2,1	—	—	—
		IV	,,	0,040	0,006	0,008	0,002	1,0	1,4	—	—	—
		V	,,	0,032	0,004	0,006	0,002	0,7	1,0	—	—	—
				0,264	0,054	0,078	0,024	9,5	13,6	4,1	44,5	43,6
8	2,7	I	4,57	0,016	0,014	0,022	0,008	0,5	0,8	—	—	—
		II	,,	0,014	0,012	0,018	0,006	0,4	0,7	—	—	—
		III	,,	0,012	0,010	0,015	0,005	0,4	0,6	—	—	—
		IV	,,	0,010	0,008	0,014	0,006	0,3	0,5	—	—	—
		V	,,	0,008	0,006	0,012	0,006	0,2	0,4	—	—	—
		VI	,,	0,006	0,004	0,010	0,006	0,1	0,4	—	—	—
				0,066	0,054	0,091	0,037	1,9	3,4	1,4	68,5	42,9

rompere l'equilibrio fra processi di solubilizzazione e di rifissazione del fosforo. Vedremo poi fino a qual punto.

La P_2O_5 organica estratta all'equilibrio decorre da un minimo del 0,4 % per il terreno N. 4 sino al 3,5 % per il terreno N. 2. Si osservi come i valori del fosforo organico estratto con questo criterio siano più elevati di quelli avuti con tutti gli altri procedimenti, ivi compreso quello di Egner.

È quindi da supporre che sia la soluzione tampone acetato-acetica, come quella lattato-cloridrica, facilitino il passaggio in soluzione del fosforo organico.

La P_2O_5 organica e minerale estratta e riferita alla totale, si sposta da un minimo dell'1,4 % per il terreno N. 8 ad un massimo del 22,6 % per

il terreno N. 2. I valori sono sensibilmente inferiori a quelli dei metodi di Truog ed Egner e si portano all'altezza del metodo di Antoniani applicato con le estrazioni successive e con rapporto 1/10 tra terreno e soluzione.

La P_2O_5 organica riferita alla minerale, sempre all'equilibrio, per i 4 terreni esaminati presenta i seguenti rapporti: N. 2, 18,2 %; N. 4, 14,3 %; N. 6, 54,5 %; N. 8, 61 %. Come si nota l'apporto del fosforo organico appare tutt'altro che trascurabile.

L'esame della Tabella N. 11 permette i seguenti rilievi:

1°) il pH non presenta variazioni degne di nota;

2°) il numero delle estrazioni varia da 4 a 6, avvicinandosi così notevolmente all'esaurimento del fosforo solubile;

3°) la P_2O_5 minerale ottenuta con le estrazioni successive e riferita alla totale, varia da un minimo dell'1,9 % per il terreno N. 8 sino al 21 % per il terreno N. 2. Se l'incremento appare modesto per il terreno N. 2, non altrettanto avviene per gli altri. Pertanto, se lo stato di equilibrio appare sufficientemente contenuto per il terreno N. 2, negli altri tre le cose procedono ben diversamente. Con i nostri terreni, estratti sino a 5 - 6 volte per 30', abbiamo riscontrato risultati ben superiori a quelli ottenuti all'equilibrio.

La P_2O_5 organica riferita alla totale corre da un minimo dell'1,4 % per il terreno N. 8 sino al massimo del 6,4 % per il terreno N. 2. Valori questi pareggiati solo dal metodo Egner, pure effettuato con le estrazioni successive.

La P_2O_5 organica e minerale riferita alla totale decorre da un minimo del 3,4 % per il terreno N. 8 sino al 27,4 % per il terreno N. 2. Risultati questi assai superiori a quelli ottenuti con l'Antoniani, applicato con entrambi i rapporti sperimentati, ma nettamente inferiori a quelli ottenuti con il Truog e l'Egner, effettuati s'intende con le estrazioni successive.

La P_2O_5 organica rispetto alla minerale, estratta con questo criterio, varia con il rapporto: terreno N. 2, 29,4 %; N. 4, 46,7 %; N. 6, 44,5 %; N. 8, 68,5 %. Cifre tutte quantitativamente importanti.

Il rapporto tra la P_2O_5 organica e minerale estratta all'equilibrio e con le estrazioni successive varia dall'82,9 % per il terreno N. 2, al 36,4 % per il N. 4, al 43,6 % per N. 6, al 42,9 per il terreno N. 8.

Questi valori documentano quale notevole distanza separi i risultati all'equilibrio da quelli ottenuti con le estrazioni successive. In ben tre terreni non si raggiunge la metà del fosforo disciolto con quest'ultimo criterio. Risultati non molto diversi si sarebbero ottenuti limitando il confronto al solo fosforo minerale solubilizzato.

Metodo M. v. Wrangell modificato da L. Marimpietri, V. Moranì ed A. Gisondi.

La procedura applicata viene così descritta: ad 1 gr. di terreno secco all'aria, setacciato a 2 mm., si aggiungono in bevuta da 250 cc., 100 cc. di acqua distillata. Si chiude la bevuta con tappo di gomma e si agita dall'alto in basso 6 o 7 volte alla distanza di mezz'ora. Si lascia riposare una notte e si decanta su filtro (lavato con H_2CO_3) lasciando nella bevuta solo poche goccie di liquido, evitando di portare il terreno sul filtro. Poco importa se tracce di terreno finiscono sullo stesso, verranno poi estratte nella seconda filtrazione. Nella bevuta si aggiungono altri 100 cc. di acqua distillata, si agita 6 - 7 volte in senso rotatorio, si decanta sul filtro precedente. Analogamente si esegue l'eventuale terza estrazione. Da ogni filtrato si prelevano 50 cc. per la determinazione colorimetrica. Per terreni che conferiscono notevole torbidità al filtrato si consiglia di sostituire l'acqua distillata con 100 cc. di soluzione circa satura di bicarbonato di calcio, ottenuta sospendendo in acqua pochi grammi di CaO o di $CaCO_3$ precipitato e facendo gorgogliare la CO_2. Assicurarsi che la detta soluzione risulti esente da fosfati.

Le modifiche da noi introdotte sono le seguenti: 2 gr. di terreno si sono trattati in bevuta da 500 cc. con 200 cc. di acqua distillata. Questo raddoppiamento appare giustificato dalla necessità di ottenere per i tre dosamenti, secondo la tecnica di C. Ferrari, complessivamente 150 cc. di filtrato.

Per nessuno dei terreni indagati, pur usando ogni sorta di filtri di carta a nostra disposizione, siamo riusciti ad ottenere la limpidità. Siamo ricorsi quindi alle piuttosto modeste centrifughe a nostra disposizione, senza migliorare i risultati precedenti. Indi, alla filtrazione attraverso candele di Pasteur-Chamberland, ottenendo filtrati di assoluta limpidezza; purtroppo abbiamo dovuto constatare, d'accordo con i rilievi di F. W. Parker (54), come con detto mezzo si assorba o ceda P_2O_5 a seconda dei rapporti di concentrazione tra di esso e la soluzione da filtrare.

In conseguenza, è stato necessario variare la tecnica di estrazione del terreno, usando la soluzione pressochè satura di bicarbonato di calcio. Con tale criterio il problema della filtrazione veniva risolto perfettamente con i filtri usuali.

È però necessario avvertire subito che così operando il pH di estrazione risulta sovente notevolmente diverso da quello rappresentato dalla pura soluzione acquosa. In generale è spostato verso una maggiore acidità.

I due criteri d'estrazione pertanto non possono, in generale, condurre agli stessi risultati. Con la semplice soluzione acquosa si estrae pressapoco al pH del terreno, con la soluzione di bicarbonato si estrae pressapoco con il pH di quest'ultimo che è pari a circa 6,4 - 6,5.

I valori della P_2O_5 minerale estratta con questo procedimento vengono elaborati con la formula matematica di M. von Wrangell, onde ottenere il presunto contenuto totale di P_2O_5 solubile in acqua. Operando con due estrazioni la formula è la seguente:

$\frac{a^2}{a-b}$ (a = P_2O_5 della prima estrazione, b = P_2O_5 della seconda estrazione); con tre estrazioni la formula così varia:

$a + \frac{b^2}{b-c}$ (c = P_2O_5 della terza estrazione).

I valori ottenuti si giudicano sufficienti o meno, nei confronti del fabbisogno fosfatico, tenendo debito conto delle produzioni raggiungibili, il che è da ritenere quantitativamente e fisiologicamente esatto.

Con questo metodo sono stati esaminati tutti gli 8 terreni, effettuando tre estrazioni; la terza era evitata quando la seconda dava luogo a dosamento nullo di P_2O_5.

La Tabella N. 12 (pag. 75) ed il Diagramma N. 6 (pag. 76) illustrano i risultati ottenuti.

L'esame della Tabella N. 12 porta alle seguenti deduzioni:

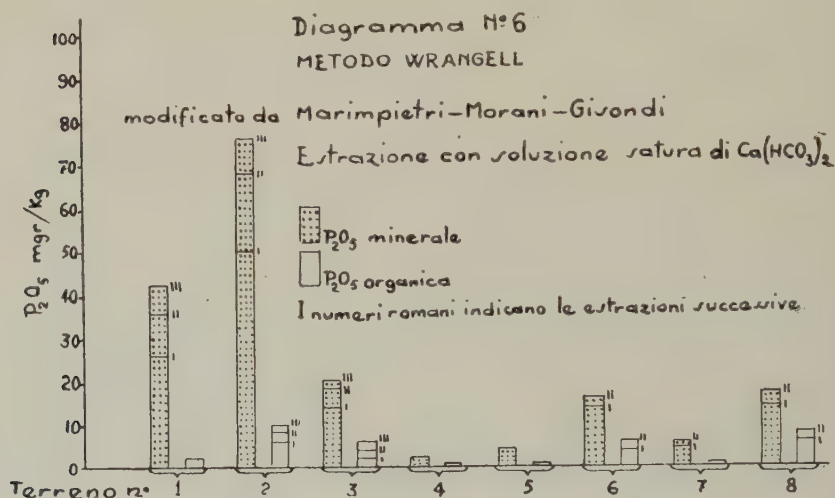
1°) il pH della soluzione estraente varia da un minimo di 6,2 ad un massimo di 7; mediamente si estrae ad un valore pari a 6,5;

2°) la P_2O_5 minerale estratta e riferita alla totale passa da un minimo del 0,2 % per il terreno N. 4, sino all'8,3 % per il terreno N. 2. Questi valori sono notevolmente bassi e superano, ma non sempre, solo quelli ottenuti dal metodo Antoniani all'equilibrio con il rapporto 1/10. Pareggiano, in due terreni su quattro, i valori ottenuti con le estrazioni successive dal precedente metodo, ma negli altri due sono notevolmente al disotto. In altre parole la maggiore concentrazione idrogenionica della soluzione estraente dell'Antoniani riesce a pressocchè compensare il rapporto terreno/soluzione molto più favorevole del procedimento del quale stiamo trattando. Infatti non appena la soluzione acquosa satura di CO_2 dell'Antoniani agisce con rapporto 1/50, si nota, già all'equilibrio, ed in generale, che fornisce valori di P_2O_5 minerale solubile superiori a quelli ricavati dal metodo in discorso. Se poi si prendono in considerazione i valori ottenuti con le estrazioni successive con detto rapporto, ogni confronto fra i due

Tabella 12: Metodo Wrangell

modificato da Marimpietri - Morani - Gisondi.

Terreno	P_2O_5 tot. gr./Kg.	Estrazione	pH dopo estrazione	P_2O_5 min. + SiO_2 gr. / Kg.	P_2O_5 min. gr. / Kg.	P_2O_5 min. + P_2O_5 org. gr. / Kgr.	P_2O_5 org. gr. / Kg.	$\frac{P_2O_5 \text{ min.}}{P_2O_5 \text{ tot.}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ min.} + P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ totale}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ totale}}$ %	$\frac{P_2O_5 \text{ org.}}{P_2O_5 \text{ min.}}$ %	Contenuto in P_2O_5 minerale (Kg. / Ha) calcolato con la formula di Wrangell
1	2,33	I	6,5	0,044	0,026	0,028	0,002	1,1	1.2	—	—	$\frac{a^2}{a-b} = 127$
		II	6,25	0,022	0,010	0,010	0,000	0,4	0,4	—	—	
		III	6,2	0,012	0,006	0,006	0,000	0,3	0,3	—	—	
				0,078	0,042	0.044	0,002	1,8	1,9	0,1	4,7	$a + \frac{b^2}{b-c} = 153$
2	0.92	I	6,8	0,064	0,050	0,056	0,006	5,4	6,1	—	—	$\frac{a^2}{a-b} = 234$
		II	6,5	0,026	0,018	0,020	0,002	2,0	2,2	—	—	
		III	6,5	0,016	0,008	0,010	0,002	0,9	1,1	—	—	
				0,106	0,076	0,086	0,010	8,3	9,4	1,1	13,2	$a + \frac{b^2}{b-c} = 247$
3	1,43	I	6,8	0,086	0,014	0,016	0,002	1,0	1,1	—	—	$\frac{a^2}{a-b} = 59$
		II	6,52	0,044	0,004	0,006	0,002	0,3	0,4	—	—	
		III	6,5	0,030	0,002	0,004	0,002	0,1	0,3	—	—	
				0,160	0,020	0,026	0,006	1,4	1,8	0,4	30	$a + \frac{b^2}{b-c} = 66$
4	1,15	I	6.88	0.032	0,002	0,002	—	0,2	0.2	—	—	calcolato sulla prima estrazione 6
		II	6.65	0,012	0,000	0,000	—	0,0	0.0	—	—	
		III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				0,044	0,002	0,002	—	0,2	0,2	0,0	0.0	
5	0,66	I	6,52	0,004	0,004	0,004	—	0,6	0,6	—	—	calcolato sulla prima estrazione 12
		II	6,5	0,000	0,000	0,000	—	0,0	0.0	—	—	
		III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				0,004	0,004	0,004	—	0,6	0,6	0,0	0,0	
6	0.57	I	6,7	0,136	0,014	0,018	0,004	2,5	3,1	—	—	
		II	6,75	0,098	0,002	0,004	0.002	0,3	0,6	—	—	$\frac{a^2}{a-b} = 49$
		III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				0,234	0,016	0,022	0,006	2,8	3,7	0,9	37.5	
7	1,61	I	6,58	0,084	0,004	0,004	—	0,2	0,2	—	—	
		II	6,6	0,048	0,001	0,001	—	0,1	0,1	—	—	$\frac{a^2}{a-b} = 16$
		III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				0,132	0,005	0,005	—	0,3	0,3	0,0	0,0	
8	2,7	I	6,8	0,014	0,014	0,020	0,006	0,5	0.7	—	—	
		II	7,0	0.003	0,003	0,005	0,002	0.1	0,2	—	—	$\frac{a^2}{a-b} = 53$
		III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
				0,017	0,017	0,025	0.008	0,6	0,9	0,3	47,0	

metodi diventa impossibile; il procedimento Antoniani fa constatare valori molto più elevati dell'altro. È quindi inutile effettuare paragoni con gli altri procedimenti che, come si è detto, estraggono quantità di P_2O_5 maggiori dello stesso metodo Antoniani. Si deduce conseguentemente che l'uso di una soluzione satura di bicarbonato di calcio costituisce una sicura

causa di depressione della solubilità dei fosfati del terreno e di rapido raggiungimento dello stato di equilibrio. Pertanto non appare consigliabile come mezzo di estrazione. D'altra parte, nei terreni da noi esaminati, la soluzione acquosa non ci consentiva, per le ragioni esposte, di ottenere valori da ritenersi accettabili. La questione potrebbe essere superata, anche in questa occasione, avendo a disposizione adatte e potenti centrifughe, ritornando quindi alla sola acqua distillata;

3°) la P_2O_5 organica estratta, riferita alla totale, varia da un minimo del 0 % per i terreni N. 4 - 5 - 7 sino all'1,1 % per il terreno N. 2. Sono questi i più bassi valori di P_2O_5 organica da noi sinora constatati. Malgrado questo il rapporto della P_2O_5 organica rispetto alla minerale varia dal 0 % per i terreni N. 4 - 5 - 7 sino al 47 % per il terreno N. 8;

4°) la P_2O_5 minerale ed organica estratta riferita alla totale va da un minimo del 0,2 % per il terreno N. 4 sino al 9,4 % per il terreno N. 2. Tutti i valori sono sensibilmente più bassi di quelli riscontrati con il metodo Antoniani, effettuato con le estrazioni successive e con rapporto 1/10 terreno/soluzione;

5°) l'elaborazione matematica dei valori della P_2O_5 minerale con tre estrazioni successive per i tre terreni nei quali si sono riscontrati i corrispondenti risultati positivi, secondo la formula della Wrangell, conduce ai seguenti quantitativi di P_2O_5 totalmente estraibile: terreno N. 1 Kg. 153 ad ettaro, N. 2 Kg. 247, N. 3 Kg. 66. Per gli stessi terreni, applicando la formula con i valori delle sole due prime estrazioni, abbiamo ottenuto i seguenti valori: terreno N. 1 Kg. 127 ad ettaro, N. 2 Kg. 234, N. 3 Kg. 59, talora sensibilmente diversi dai precedenti. Nei terreni N. 4 e 5 la seconda estrazione ha fornito risultati nulli, pertanto si è calcolata la dotazione fosfatica direttamente sulla prima. Nei terreni N. 6 - 7 - 8, dove la terza estrazione ha dato luogo a risultati nulli, il calcolo è stato fatto applicando solo la formula Wrangell a due estrazioni. Nelle nostre prove non si è mai verificato che la seconda estrazione superasse quantitativamente la prima e crediamo di non essere in errore ritenendo che difficilmente il fenomeno possa trovare una spiegazione di carattere e validità generali. Pertanto non dovevamo eseguire la terza estrazione e farne la relativa elaborazione matematica. Però i risultati suddetti dimostrano, in armonia con le osservazioni di Saidel e Pavlovschi (op. cit.), come le due formule applicate rispettivamente a due ed a tre estrazioni si accordino talora limitatamente tra di loro. Infatti esiste a riguardo una presunzione che è spesso ben lontana dalla realtà sperimentale e cioè che l'estrazione avvenga secondo una funzione lineare. Ora tutte le cause passate in rassegna sulla formazione degli equilibri, e forse altre ancora, impediscono che ciò si constati. Si deduce quindi: applicando, come generalmente accade, la formula a due estrazioni e calcolando così la P_2O_5 minerale totalmente solubile del terreno, si commette sovente un inevitabile errore che può essere, com si è visto, di grandezza e direzione diversa;

6°) la classificazione ai fini agronomici dei terreni indagati con questo procedimento appare la seguente: sufficientemente dotato, anche per elevate produzioni, risulta solo il terreno N. 2; sufficientemente dotato per produzioni medie risulta solo il N. 1; poveri per produzioni medie appaiono i terreni N. 3 - 6 - 8; gli altri tre e cioè N. 4 - 5 - 7 appaiono molto poveri anche per basse produzioni.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI SPERIMENTALI

Il ponderato esame dei risultati ottenuti, applicando ai terreni sotto indagine i cinque procedimenti chimici di estrazione esposti (uno dei quali con due diversi rapporti terreno/soluzione), con un'escursione di pH che va praticamente dal 3 al 7 e nelle più diverse condizioni sperimentali, consente di trarre sin d'ora alcune interessanti precisazioni di carattere generale.

1°) Risulta confermato che con tutti i metodi le soluzioni raggiungono, dopo un tempo più o meno breve, lo stato di equilibrio nei confronti del fosforo estratto. In generale abbiamo osservato che il tempo di estrazione prescritto all'equilibrio, dai vari metodi, si accorda abbastanza bene con la massima solubilizzazione del fosforo. Il passaggio in soluzione del fosforo, in altre parole, viene compensato dal processo inverso di insolubilizzazione, provocato dalla presenza di ioni diversi ma particolarmente di Ca^{++}. Lavorando nelle condizioni sperimentali imposte dai diversi procedimenti, impiegati però con tempi crescenti, non abbiamo mai constatato un processo prevalente di insolubilizzazione del fosforo, dopo un certo periodo di contatto, se non quando, con i metodi di Truog e di Egner, si aveva un abbassamento contemporaneo della concentrazione idrogenionica.

Non si sottrae alla constatazione generale suindicata neppure il metodo di Truog che estrae nelle condizioni più favorevoli a questo riguardo e cioè a pH 3 e con rapporto terreno/soluzione pari a 1/200. Ed è veramente significativo che neppure il metodo Schloesing-de Sigmond, secondo le recenti ricerche di H. Margulis e R. Huron (op. cit.), estraente a pH 2 e con pure largo rapporto terreno/soluzione, riesca ad evitare una tale situazione di fatto. La riprova si ha osservando quanto poi è accaduto con lo stesso procedimento applicato con le estrazioni successive; si è notato che il passaggio in soluzione del fosforo continuava alla quarta e, per il terreno N. 8, anche alla quinta estrazione. Il fosforo totale estratto all'equilibrio non rappresentava, proprio per il terreno N. 8, che il 44,7 % di quello ottenuto con le estrazioni successive.

Particolarmente sensibile appare il metodo di Antoniani con rapporto 1/10, però i risultati migliorano assai con il rapporto 1/50. Il che conferma la tesi di J. S. Burd (op. cit.) che consiglia di usare i più larghi rapporti tra terreno e soluzione, onde limitare la formazione dello stato

di equilibrio. Ci troviamo qui di fronte ad una contraddizione in termini sul fondamento fisiologico dell'estrazione. Nel terreno, i rapporti tra fase solida e liquida sono molto stretti; però quivi non esiste la possibilità della formazione di equilibri. Agendo in vitro, con rapporti stretti, questa condizione invece ha modo di affermarsi accentuatamente. I due aspetti contrastanti, valutati nella loro effettiva incidenza agronomica, ci portano a preferire pertanto l'uso di rapporti molto larghi ed in ogni caso non inferiori ad 1/50.

Altro argomento da prendere in considerazione è rappresentato dalla qualità dell'acido estraente. Abbiamo potuto osservare che a pressapoco pari pH, con certi terreni, estraggono di più l'acido solforico ed il lattico che non il carbonico. Quest'ultimo, si è detto, porta in soluzione una maggiore quantità di Ca^{++} che non gli altri due e pertanto deprime assai di più la solubilità del fosforo. Anche qui si afferma la stessa contraddizione sopra denunziata. L'acido carbonico rappresenta il solvente fisiologicamente più idoneo per portare il fosforo in soluzione, sfortunatamente determina pure le condizioni più favorevoli per la sua successiva insolubilizzazione. La cosa è ancor più evidente estraendo con soluzione satura di bicarbonato di calcio, come abbiamo dovuto fare per il metodo Wrangell modificato da Marimpietri, Morani e Gisondi per l'impossibilità di ottenere filtrati limpidi con la pura soluzione acquosa. Questo conferma, anzi impone se non si vuole rinunciare alle preziose qualità solventi dell'acido carbonico, la necessità di impiegarlo con i più larghi rapporti possibili nei confronti del terreno. In conclusione, sotto questo aspetto, è lecito rilevare che lo stato di equilibrio varia da terreno a terreno e da metodo a metodo, in funzione di una serie complessa di fattori fra i quali prevalgono la composizione fisico-chimica, la concentrazione idrogenionica e la natura dell'estraente, nonchè lo stesso rapporto terreno/soluzone.

2°) Appare indiscutibile, con tutti i procedimenti studiati, il passaggio in soluzione di quantità più o meno importanti di fosforo sotto forma organica. In taluni terreni e con certi metodi, la frazione di fosforo organico uguaglia e supera quella minerale. Ma senza giungere a tali valori, percentuali dell'ordine del 20 - 30 - 40 - 50 - 60 % rispetto al fosforo minerale, si rilevano con notevole frequenza. Le procedure microanalitiche in generale, prendono in considerazione un solo valore che è da presumere si riferisca alla sola P_2O_5 minerale estratta, senza però escludere l'interferenza di una certa frazione di P_2O_5 in combinazione organica. Si tratta evidentemente di una lacuna che va colmata ed i dati sperimentali, riportati nel presente lavoro, ne documentano tutta l'attuale gravità.

In precedenza abbiamo discusso la questione ed espressa la nostra opinione. Si può essere d'accordo sulla minore prontezza d'azione del fosforo organico, ma è fuori dubbio, e la letteratura lo documenta a sufficienza, che finirà tosto o tardi per essere metabolizzato dalla vegetazione. Riconfermiamo perciò la necessità che vengano effettuati i due dosamenti distinti e corrispondenti alle frazioni inorganica ed organica della P_2O_5 solubilizzata.

3°) Quanto affermato al punto N. 1, mette ancora una volta nella giusta luce l'importanza, dal punto di vista applicativo, del formarsi nella soluzione estraente di uno stato di equilibrio che arresta, diversamente da terreno a terreno e da metodo a metodo, l'afflusso continuato del fosforo in soluzione. È un punto questo veramente dolente, in quanto rappresenta l'antitesi di ciò che si constata nei rapporti fisiologici fra pianta e terreno. I metodi non sono in condizione di rispondere al quesito da essi stessi posto: quanto sia realmente il fosforo che sono in grado di solubilizzare. Per uscire da questa situazione, noi abbiamo adottato il criterio di riestrarre lo stesso terreno varie volte con la stessa soluzione originale. In tal modo si rompe progressivamente l'equilibrio ed alla domanda suddetta si può rispondere con sufficiente precisione. Il procedimento appare senz'altro tedioso e dispendioso e non consigliabile come criterio di « routine » in laboratorio. Almeno sino a quando non si disponga, e noi non eravamo in tali condizioni, di una adeguata attrezzatura di potenti centrifughe. Altri criteri consigliati non sembrano più agevoli di questo.

In realtà non è, a nostro avviso, soltanto questa l'obiezione da farsi a questa procedura. Sembrano a noi maggiormente valide le seguenti: 1°) le estrazioni successive alla prima avvengono a pH diverso e con una concentrazione idrogenionica maggiore. Dai nostri risultati appare che se le soluzioni estraenti sono efficientemente tamponate le variazioni di pH sono trascurabili. Se poi non usano tampone, come con il metodo Antoniani, dette variazioni appaiono ugualmente di ben lieve entità.

Non è questa quindi una considerazione positiva per invalidare la metodica suggerita; 2°) le estrazioni successive alla prima avvengono in presenza di un terreno, più o meno notevolmente, privato dei sali disciolti, in condizioni quindi diverse da quella iniziale. L'osservazione è incontestabile. Riteniamo peraltro di poter controbattere a riguardo: a) se si tratta di sali di calcio e di magnesio (nella zona di pH da noi consigliata per le soluzioni estraenti, l'apporto di sali di ferro e di alluminio è da considerare di limitata importanza), la loro eliminazione rappresenta appunto la condizione sine qua non da raggiungere perchè il fosforo possa continuare a

passare in soluzione rompendo lo stato di equilibrio; b) se si tratta di sali diversi da questi ultimi, non si vede quale ruolo importante possano giocare nell'influire sulla solubilità fosfatica del terreno. Ed è da supporre che se fossero riaggiunti, nella stessa quantità e qualità alle soluzioni estraenti successive alla prima, i risultati subirebbero probabilmente variazioni di entità insignificante; 3°) è discutibile che il criterio delle estrazioni successive annulli lo stato di equilibrio; si è detto, infatti, trattarsi di una serie di equilibri successivi. Dal complesso delle prove sperimentali eseguite il dubbio è sorto anche a noi.

Esprimiamo su questa questione il nostro parere: a) la soluzione satura di bicarbonato di calcio appare forse la più sensibile da questo punto di vista, ma noi abbiamo sconsigliato il suo uso quale mezzo estraente; b) la soluzione acquosa satura di CO_2 potrebbe, in certi terreni estratti con stretto rapporto, pure risentirne. Ma se anche così fosse, ed è tutt'altro che certo, si può ritenere con sufficiente sicurezza che i valori ottenuti si avvicinino moltissimo a quello che totalmente l'estraente può solubilizzare di fosforo dal terreno e pertanto siano sempre perfettamente correlabili con la sperimentazione in campo, ciò che invece non è affatto per i risultati ottenuti all'equilibrio.

Si può eventualmente, da questo punto di vista, superare l'obiezione aumentando il rapporto terreno/soluzione; c) per i procedimenti che usano soluzioni estraenti di elevata concentrazione idrogenionica e larghi rapporti terreno/soluzione, come il Truog, la precedente osservazione non presenta, in linea di massima, alcun fondamento. Dalla condizione di equilibrio aveva cercato di sottrarsi il procedimento di C. Ferrari, ma i nostri valori sperimentali dimostrano, in ben tre terreni su quattro, che detto metodo all'equilibrio non fornisce la metà di quanto riesce a solubilizzare con quattro o cinque estrazioni successive. E le stesse ricerche dei collaboratori di C. Ferrari e cioè G. Sandri, P. Coraducci e P. Lugo (op. cit.) mettono in evidenza che dopo due ore di contatto, in certi terreni, la liberazione del fosforo continua. Il procedimento di C. Ferrari, come si è detto, è basato sul concetto di estrarre il terreno in presenza dei reagenti che portano alla formazione del « bleu di molibdeno fosforato e siliciato »; diveniva così sperabile che l'equilibrio si rompesse con tutte le favorevoli conseguenze da attendersi. Quanto si è esposto dimostra invece che la reazione di insolubilizzazione precede o compete evidentemente quella conducente alla formazione del « bleu ». È forse autorizzato ancora sperare che il metodo in discorso, opportunamente messo a punto, possa risolvere in seguito l'attuale fondamentale problema.

Si poteva pensare, e lo si è fatto, di operare con due o tre estrazioni e su quelle applicare una formula matematica atta a fornire il valore del fosforo totale estraibile. È questo il fondamento del metodo Wrangell, con le ultime varianti introdotte da Marimpietri, Morani e Gisondi. La cosa sarebbe realizzabile se l'estrazione avvenisse secondo rapporti sufficientemente definiti e costanti, ma purtroppo sovente così non è. I nostri valori sperimentali, su detto metodo, sono abbastanza persuasivi. Abbiamo applicato lo stesso criterio alle estrazioni successive da noi effettuate con i metodi in precedenza esposti. Si è avuta così la conferma che il calcolo effettuato su due o tre estrazioni fornisce talora risultati sensibilmente differenti e che sono sopratutto sovente diversi da quelli ottenuti puramente con i valori sperimentali. In attesa di meglio una scappatoia accettabile può essere rappresentata dall'applicare il criterio delle estrazioni successive su gruppi abbastanza omogenei di terreni, in modo da precisare delle correlazioni efficaci tra fosforo sperimentalmente dosato all'equilibrio e quello ottenibile con le estrazioni successive. Ma un punto fermo rimane quello di conoscere con sufficiente precisione quest'ultimo valore. Non è assolutamente possibile, a nostro avviso, continuare ad ignorarlo.

4°) Di fronte alla gravità dei problemi ora esaminati, gli altri, dei quali diremo, appaiono forse di importanza secondaria. Ad esempio la ricerca della più idonea soluzione estraente.

In generale gli Autori sono d'accordo che l'inimitabile lavorìo delle secrezioni radicali si svolge con mezzi di debole acidità, per quanto non sia ancora ben noto ciò che avviene all'interfase tra terreno ed apparato radicale. La nostra opinione è che le soluzioni estraenti a pH compresi tra i valori 4 - 6 meglio si accordino con le esigenze fisiologiche dell'assorbimento radicale.

È opportuno rammentare che i metodi chimici di valutazione del fosforo assimilabile adottano prevalentemente l'uso di soluzioni tamponate, atte a garantire la costanza della concentrazione idrogenionica durante l'estrazione. Tra i metodi da noi indagati, non fanno uso di soluzione tamponante l'Antoniani e il Wrangell, modificato da Marimpietri, Morani e Gisondi, utilizzando però come estraente la sola acqua e non già il bicarbonato di calcio in soluzione satura. Il Ferrari l'adotta, ma solo facoltativamente, quando sia da considerare necessaria.

Anche su questo punto abbiamo espresso il nostro modo di vedere e le nostre risultanze sperimentali lo confortano. Quando il contenuto calcareo del terreno superi una certa percentuale, il tampone difficilmente regge, pertanto un notevole numero di terreni resta escluso dalla valuta-

zione desiderata. Inoltre non è esatto fisiologicamente estrarre tutti i terreni allo stesso pH. In realtà, nel terreno il pH con il quale le piante estraggono la P_2O_5 è frutto di un equilibrio che si forma tra la concentrazione idrogenionica del mezzo estraente e la composizione fisico-chimica della fase solida. In correlazione, il pH varierà necessariamente da terreno a terreno. Infine il tampone non può essere senza effetto sulla struttura fisica. Pertanto, l'estrazione a mezzo di una soluzione acquosa satura di CO_2, senza tampone, corrisponde alla migliore e più adatta estrazione del fosforo. Così opera il metodo Antoniani, con il quale abbiamo riscontrato che il terreno N. 1 con oltre il 66 % di $CaCO_3$ è stato estratto a pH 6,05 con il rapporto 1/10 ed a 5,93 con l'1/50. Tutti gli altri sono stati estratti a pH differenti e minori. Necessariamente andrà integrato dal più largo rapporto possibile tra terreno e soluzione, nonchè dal criterio delle estrazioni successive, per le ragioni ormai diverse volte esposte.

5°) Si deve considerare ancora, in tutta la sua importanza, la necessità di uniformare i metodi chimici di valutazione del fosforo assimilabile, a terreni che siano passati attraverso lo stesso setaccio. Soltanto così essi possono fornire valori realmente confrontabili. Desideriamo inoltre, proprio a questo riguardo, richiamare l'attenzione sull'influenza che può avere, sul calcolo della dotazione fosfatica assimilabile dei terreni, la percentuale di scheletro presente. In generale non se ne tien conto. Il valore della P_2O_5 estratta va riferito di solito ai 3 milioni di Kg. di terreno che si considerano convenzionalmente esplorati dall'apparato radicale. Noi pensiamo che talora la quantità di scheletro presente raggiunga percentuali tali da ridurre considerevolmente l'entità quantitativa suesposta. Sarebbe quindi opportuno, in certe circostanze, adeguare la P_2O_5 determinata alla misura della terra fine realmente constatata.

6°) Non minore importanza presenta la necessità di ottenere soluzioni assolutamente limpide. La misura di pochi gamma di P_2O_5 in soluzione, non consente tolleranze di sorta. Il problema presenta particolari difficoltà, come abbiamo esposto, per taluni terreni forniti di argilla estratti a debole acidità o peggio nelle vicinanze della neutralità.

7°) Un interessante confronto può derivare dall'esame della Tabella N. 13 (pag. 84).

Dai valori riportati si deduce quanto segue:

a) ponendo i valori della P_2O_5 minerale solubilizzata con il metodo di Truog pari a 100 si osserva che al secondo posto e molto vicino compaiono i valori ottenuti con l'Egner. Nel terreno N. 4 ciò non avviene per-

Tabella 13: Solubilità fosforica con i vari metodi di estrazione ponendo pari a 100 i valori ottenuti con il Truog.

Terreno	Metodo	P_2O_5 minerale all'equilibrio	P_2O_5 minerale con le estrazioni successive	P_2O_5 min.+org. all'equilibrio	P_2O_5 min.+org. con estrazioni succecessive
2	Truog	100	100	100	100
	Egner	80	88	81,3	96,5
	Ferrari	64,3	61,4	69,4	73,4
	Antoniani rapporto 1/50	47,5	61	——	——
	Antoniani rapporto 1/10	32	54,7	31,4	57,-
	Wrangell modificato da Marimpietri-Morani-Gisondi	——	24		25
4	Truog	100 f.m.+	100	100 -—	100
	Egner	33 f.m.+	98,2	38,5 f.m.+	114
	Ferrari	58,4	53,6	61,5	70
	Antoniani rapporto 1/50	27	19,7	—	——
	Antoniani rapporto 1/10	16,7	——	15,4	——
	Wrangell modificato da Marimpietri-Morani-Gisondi	——	1,8	——	1,5
6	Truog	100	100	100	100
	Egner	96,5	100	80,5	106
	Ferrari	39,3	71	41,4	76,5
	Antoniani rapporto 1/50	30,4	42	——	——
	Antoniani rapporto 1/10	8,9	21	13,4	34,3
	Wrangell modificato da Marimpietri-Morani-Gisondi	——	21	——	21,5
8	Truog	100	100	100	100
	Egner	77,5	76	83,4	85
	Ferrari	52,3	54	65	68
	Antoniani rapporto 1/50	18,2	25	——	——
	Antoniani rapporto 1/10	9,1	15	11,6	15,7
	Wrangell modificato da Marimpietri-Morani-Gisondi	——	17	——	18,7

+ f. m. indica che l'estrazione è avvenuta a un pH superiore a quello fissato dal metodo.

chè in tal caso il valore riscontrato è stato ottenuto fuori dalle condizioni prescritte dal metodo. Segue il Ferrari a distanza più o meno notevole, indi l'Antoniani con il rapporto 1/50 e poi con quello 1/10;

b) se il confronto si sposta ai valori di P_2O_5 minerale solubilizzata con le estrazioni successive sugli stessi terreni e con gli stessi procedimenti si osserva che in due terreni i valori dell'Egner uguagliano pressapoco quelli del Truog, negli altri due invece sono più o meno sensibilmente al disotto. Segue a più o meno diversa distanza il Ferrari, poi, come al solito l'Antoniani rapporto 1/50, indi rapporto 1/10. Il metodo Wrangell, modificato da Marimpietri, Morani e Gisondi, si pone talora allo stesso livello dell'Antoniani rapporto 1/10 e talora sta marcatamente al disotto;

c) le stesse considerazioni formulate per la P_2O_5 minerale solubilizzata all'equilibrio valgono se entra in linea di conto il fosforo organico pure solubilizzato. Fa eccezione il metodo Egner per il terreno N. 4 perchè applicato fuori delle condizioni prescritte;

d) se si osserva il precedente valore ottenuto con le estrazioni successive si può rilevare in due terreni che i dati dell'Egner riescono a leggermente superare quelli ottenuti con il Truog, negli altri due si avvicinano notevolmente. Ciò è dovuto alla maggiore estrazione di fosforo organico effettuata dal primo metodo in confronto a quella del secondo. Segue, come al solito, il Ferrari, e, a debita distanza, l'Antoniani rapporto 1/10. Il procedimento Wrangell, modificato da Marimpietri, Morani e Gisondi presenta i risultati più bassi, tranne per il terreno N. 8 dove supera di poco l'analogo valore dell'Antoniani con rapporto 1/10.

8°) Abbiamo visto come O. Lemmermann (op. cit.) e C. Antoniani (op. cit.) abbiano introdotto nell'elaborazione dei dati sperimentali il concetto della « solubilità relativa » o di « ritmo metabolico » che in sostanza si identificano. Riteniamo che il criterio presenti una considerevole incidenza ai fini agronomici e vada quindi accolto, sempre con l'adeguata convalida della sperimentazione in campo.

9°) In linea di conto, su questo argomento, torna anche la scelta di un'opportuna tecnica analitica che consenta il dosamento del fosforo in combinazione minerale come quello sotto forma organica.

Riteniamo, dopo averla, come si è visto, estesamente applicata, che la procedura recentemente ed accuratamente messa a punto da C. Ferrari e collaboratori sia la più consigliabile. Con essa si effettuano, come si è detto, tre misure: 1°) P_2O_5 minerale più SiO_2; 2°) SiO_2; 3°) P_2O_5 minerale più P_2O_5 organica. Con gli opportuni adattamenti essa è risultata applicabile a tutti i metodi di valutazione del fosforo assimilabile or ora passati in rassegna.

10°) La necessità delle più strette correlazioni possibili tra i valori ottenuti in laboratorio e risultanze agronomiche, è imprescindibile, qualsiasi metodo chimico di valutazione del fosforo assimilabile si adotti. Ed esse saranno tanto più valide quanto più si effettueranno per ambiente, terreno e cultura determinati.

Non è possibile sottrarsi a tale onerosa necessità. Troppi sono i fattori che fanno profondamente diversificare ciò che si fa in laboratorio da quello che realmente accade nel terreno. Basterebbe pensare a quella che abbiamo definita l'assimilabilità di posizione o fisica, al complicato meccanismo dissolvente ed assorbente gli elementi nutritivi da parte dell'apparato radicale, all'incognita che rappresenta la rapidità del rinnovarsi della concentrazione nutritiva all'interfase, per giustificare nella maniera più ampia la precedente affermazione. Ma è evidente, sopra ogni altra considerazione, che non è possibile trovare correlazioni effettive, se non a condizione di aver posto su fondamenta essenzialmente diverse dalle attuali, e che noi abbiamo in precedenza indicato, i metodi chimici di valutazione del cosidetto fosforo assimilabile.

Non è scientificamente accettabile il principio di sacrificare tutto alla rapidità ed all'economia della determinazione, con la conseguenza di minare le basi sulle quali poggia la validità dei risultati.

Appare legittimo, a questo punto, porsi la seguente domanda: come mai gli Autori dei vari procedimenti si dichiarano sempre in sufficiente accordo con i risultati ottenuti dalle esperienze in campo? Riteniamo che la cosa possa giustificarsi con l'insufficiente collaudo agronomico che può condurre ad esaminare terreni di costituzione fisico-chimica abbastanza omogenea. I risultati diventano allora confrontabili, ma questo fatto non può essere che saltuario ed è escluso possa presentare qualsiasi carattere di generalità.

11°) Sovente i metodi proposti, per conoscere l'entità del fosforo assimilabile, affermano che con x Kg. di fosforo per ettaro la risposta agronomica non è più positiva ad eventuali aggiunte supplettive. Riteniamo sia necessario precisare di quale risposta in realtà si tratti. Bisogna cioè concretare la produzione, espressa in quintali per ettaro, che può essere soddisfatta da una determinata quantità di presunto fosforo assimilabile, dosato da un qualsivoglia procedimento.

Passando ora dal generale al particolare riteniamo indispensabile precisare, per il procedimento Truog, quanto segue:

1°) il metodo non si sottrae alla condizione di equilibrio;

2°) è prevedibile che con terreni con oltre il 5 % di calcare, il tampone difficilmente possa essere efficiente. Pertanto il metodo non è applicabile in tali condizioni;

3°) la frazione di P_2O_5 organica estratta risulta essere sempre una percentuale più o meno notevolmente elevata nei confronti della minerale;

4°) applicando ai terreni quattro estrazioni successive con lo stesso criterio si è osservato che in certuni la P_2O_5 totale estratta viene ad essere più che raddoppiata;

5°) il valore pH della soluzione estraente pari a 3 è da considerare fisiologicamente eccessivo;

6°) così, come è applicato di solito, con un solo dosamento di P_2O_5, presunta minerale, si dimostra pratico e rapido.

Per il procedimento Egner:

quanto si è detto ai punti N. 1, 2, 3, 4, 6, per il metodo di Truog, vale anche per questo. Come è noto esso estrae i terreni ad un pH compreso tra 3,7 e 4,5, valori che si accordano assai meglio con il concetto fisiologico sul quale si basa la solubilità del fosforo dei terreni. Malgrado questo, si è constatato, in più di un caso, che la P_2O_5 totale solubilizzata con le estrazioni successive fornisce valori pari o superiori a quelli analoghi dosati dal Truog.

Per il procedimento Antoniani:

1°) il metodo risente, anche se applicato con rapporto terreno/soluzione pari ad 1/50, più dei precedenti della formazione dello stato di equilibrio;

2°) estrae i terreni a pH diversi, pur rimanendo sempre nella zona acida (pH compreso tra 4 e 6) e non usando soluzione tampone. Da questo punto di vista è, a nostro avviso, da preferire a tutti gli altri;

3°) la frazione di P_2O_5 organica è talora presente per percentuali non indifferenti;

4°) applicando questo procedimento con le estrazioni successive, la P_2O_5 totale estratta viene ad essere pressochè triplicata nei confronti dell'equilibrio con il rapporto 1/10 e raddoppiata con il rapporto 1/50;

5°) viene generalmente effettuato un solo dosamento di P_2O_5, da ritenersi di natura minerale.

Per il procedimento Ferrari:

il metodo differisce dal precedente per i seguenti motivi: a) utilizza un rapporto d'estrazione terreno/soluzione 1/50 anzichè 1/10; b) tampona se necessario, comunque estrae i terreni tra pH 4 e 5; c) l'estrazione avviene in presenza dei reagenti che determinano la formazione del « bleu di

molidbeno fosforato e siliciato », con l'evidente intenzione di sottrarla all'equilibrio. Secondo le nostre indagini non sembra raggiungere l'obiettivo prefissosi;

2°) la frazione di P_2O_5 organica estratta è sempre piuttosto importante;

3°) applicato con le estrazioni successive riesce talora a più che raddoppiare i valori di P_2O_5 totale ottenuti all'equilibrio;

4°) non è ancora precisato se si debbono determinare le frazioni distinte di P_2O_5 minerale ed organica.

Per il procedimento Wrangell, modificato da Marimpietri, Morani e Gisondi:

1°) è da osservare che in nessun caso siamo riusciti con l'estrazione acquosa ad ottenere filtrati limpidi. Siamo allora ricorsi alla soluzione satura di bicarbonato di calcio;

2°) in entrambi i casi il pH del solvente non è il più indicato per riprodurre le condizioni fisiologiche dell'estrazione. In conseguenza i valori di P_2O_5 estratta sono fra i più bassi da noi ottenuti, il che è anche da attribuire, nel nostro caso, all'azione depressiva, sulla solubilità dei fosfati, esercitata dalla soluzione satura di bicarbonato di calcio;

3°) l'applicazione della formula della Wrangell per determinare, dopo due o tre estrazioni, la quantità di P_2O_5 totalmente estraibile dal metodo (concetto questo giustissimo), non appare accettabile, in quanto ammette, come presupposto, una proporzionalità di estrazione che sperimentalmente, talora, non è affatto constatata.

Pertanto i vantaggi rappresentati dal criterio di estrarre due o tre volte il terreno, con acqua o con soluzione satura di bicarbonato di calcio, onde conoscere la totale solubilità della P_2O_5, vengono senz'altro annullati dalle osservazioni esposte;

4°) la frazione organica estratta è meno elevata, in generale, che con gli altri procedimenti;

5°) pratica un solo dosamento di P_2O_5 che è da ritenere di natura minerale;

6°) malgrado le estrazioni ripetute, il metodo si presta ad un lavoro in serie. A nostro avviso, il problema di ottenere filtrati limpidi, estraendo con sola acqua, sembra sovente di difficile soluzione.

Per concludere sul complesso argomento e tenendo conto dei rilievi sperimentali da noi ottenuti, affermiamo l'imprescindibile necessità che le fondamenta sulle quali si basano i metodi chimici di valutazione del cosidetto fosforo assimilabile siano rese molto più razionali ed efficienti delle attuali.

In primo luogo propendiamo per l'estrazione dei terreni con soluzione acquosa satura di CO_2, senza tampone, come pratica il metodo Antoniani. Per evitare la rapida formazione dello stato di equilibrio, caratteristica saliente di detto procedimento, consigliamo l'uso di rapporti terreno/soluzione assai più larghi degli attuali e forse non inferiori ad 1/100.

In secondo luogo, per il dosamento della P_2O_5 solubilizzata, consigliamo la tecnica microanalitica di C. Ferrari e collaboratori che consente la netta differenziazione tra la forma inorganica ed organica di combinazione. Di entrambi i valori va tenuto il debito conto.

In terzo luogo, è condizione non meno fondamentale sottrarre questi risultati dall'equilibrio e conoscere così a fondo la P_2O_5 che i diversi procedimenti sono totalmente in grado di solubilizzare nei confronti della P_2O_5 totale. È quindi necessario riestrarre più volte il terreno con gli stessi criteri, sino a pressochè esaurimento della P_2O_5 solubilizzabile. È problematico sperare nell'applicazione di formulazioni matematiche a riguardo. Lo stesso metodo di C. Ferrari, almeno sinora e pur con la sua originale impostazione, non è riuscito a superare lo scoglio rappresentato dalla formazione dello stato di equilibrio. È certo che con le estrazioni successive la rapidità ed il basso costo dei procedimenti vengono ad essere gravemente compromessi. È possibile che, disponendo di adeguate attrezzature di centrifughe, il problema possa essere reso molto più agevole. Per intanto, si può suggerire di applicare il detto criterio per gruppi omogenei di terreni ottenendo così dei coefficienti che raccordino abbastanza bene la P_2O_5 totale solubile all'equilibrio e con le estrazioni successive. Riteniamo doveroso precisare che non solo i metodi all'equilibrio sono da considerare convenzionali; a questa qualifica non può sottrarsi neppure la procedura delle estrazioni successive. Il rilievo ci suggerisce di richiamare gli studiosi su tutta l'importanza che presenta la rigorosa applicazione dei procedimenti descritti dagli Autori.

Fissate così le basi fisico-chimiche e fisiologiche dell'estrazione, si afferma l'indispensabilità del più esteso e continuato controllo sperimentale in campo, per ambienti, terreni e colture diverse. Tanto più intima sarà la collaborazione tra indagine di laboratorio e quella agronomica, tanto più efficienti risulteranno i valori ottenuti che tra l'altro debbono essere poi opportunamente raccordati a determinate produzioni quantitative.

Assorbiti dall'indagine di quelli che riteniamo i punti cruciali della questione, abbiamo finito con il dimenticare quello che era lo scopo iniziale del presente lavoro: la valutazione cioè del fosforo assimilabile di un certo numero di terreni della Provincia di Sassari.

Vediamo come giudicano in proposito i quattro procedimenti studiati, in quanto il Ferrari non fa, per ora, alcuna valutazione che orienti sull'eventuale fabbisogno fosfatico dei terreni.

Per culture generali nelle condizioni del Wisconsin, il metodo di Truog considera che il terreno N. 2 non ha bisogno di concimazione fosfatica; i terreni N. 4 - 6 - 8 invece sarebbero piuttosto sensibili alla stessa. Gli altri quattro terreni non sono stati esaminati con questo procedimento.

Il metodo di Egner si accorda bene con il precedente giudizio.

Il metodo Antoniani con rapporto 1/10 e per i terreni N. 2 - 4 - 6 - 8 si accorda pure con le classifiche formulate in precedenza. Sugli altri quattro, sinora non presi in considerazione, precisa: i terreni N. 1 e 3 non sono bisognosi di concimazione fosfatica, i N. 5 e 7 invece si.

Il metodo Wrangell, modificato prima da Tommasi e Marimpietri e successivamente da Marimpietri, Morani e Gisondi, stabilisce una classifica più giustamente graduata e cioè: il terreno N. 2 viene considerato sufficientemente dotato anche per elevate produzioni;

il terreno N. 1 appare sufficientemente dotato per produzioni medie;

i terreni N. 3 - 6 - 8 appaiono poveri per medie produzioni;

gli altri tre e cioè i N. 4 - 5 - 7 sono considerati molto poveri anche per basse produzioni.

Nei confronti della classificazione dell'Antoniani appare solo un certo disaccordo riguardante il terreno N. 3. Da questo esame, si può scorgere, piuttosto facilmente, che la taratura dei procedimenti passati in rassegna, presenta una considerevole uniformità.

CONCLUSIONI

Le indagini condotte allo scopo di valutare, con procedimenti chimici, la P_2O_5 presunta assimilabile in alcuni terreni della Provincia di Sassari, consentono di affermare quanto segue:

1°) I metodi di Truog, Egner, Antoniani con rapporto terreno/soluzione estraente pari rispettivamente ad 1/10 e ad 1/50, Ferrari e Wrangell, modificato prima da Tommasi e Marimpietri e poi da Marimpietri, Morani e Gisondi, conducono sempre più o meno rapidamente ad uno stato di equilibrio che è inoltre diverso ed imprecisabile da terreno a terreno e da procedimento a procedimento. Non sono quindi in grado di far conoscere quanta P_2O_5 siano realmente in condizione di solubilizzare. È da ritenere per certo che anche gli altri metodi, non esaminati, si comportino in modo

analogo. È stato pure osservato che la soluzione satura di CO_2 e sopratutto quella satura di bicarbonato di calcio, conducono ai più bassi valori di P_2O_5 totale estratta e ne sono state spiegate le cause.

2°) Viene accertato il passaggio in soluzione, con i diversi procedimenti, di quantità sempre importanti di P_2O_5 in combinazione organica (esteri fosforici). Le procedure analitiche operano un solo dosamento che si ha ragione di ritenere corrisponda, grosso modo, alla sola frazione minerale della P_2O_5 solubilizzata. In ogni caso è ignorato il reale apporto della frazione di P_2O_5 in combinazione organica. Anche se di minore pronto effetto, quest'ultima presenta un interesse fisiologico ed agronomico fuori di ogni possibile discussione e non può quindi essere trascurata. Si consiglia all'uopo di utilizzare la tecnica micro-analitica messa a punto da C. Ferrari e collaboratori che, opportunamente adattata, può applicarsi a tutti i procedimenti di estrazione.

3°) Stabiliti i punti precedenti, si è effettuata, con i metodi citati, la tecnica delle estrazioni successive, allo scopo di sottrarre, pressochè completamente, la soluzione estraente dalla condizione di equilibrio formatosi a contatto con il terreno. Si dimostra che operando a questo modo i risultati, diversi da terreno a terreno e da procedimento a procedimento, riescono sempre aumentati, talora raddoppiati e triplicati. È questo evidentemente il valore della P_2O_5 estratta che interessa conoscere e non già quello all'equilibrio, in armonia con quanto avviene tra pianta e terreno dove il continuo processo assorbente annulla la predetta condizione. Si mette in luce che la formula della Wrangell, applicata a due od a tre estrazioni, dà luogo a risultati diversi che, per di più, spesso, non si accordano con i valori ottenuti mediante l'esaurimento pressochè totale della P_2O_5 solubile, e se ne giustificano i motivi.

4°) È nota l'importanza della scelta di una soluzione estraente che possieda una concentrazione idrogenionica che meglio riproduca l'estrazione della P_2O_5 operata dalle secrezioni radicali. I metodi da noi passati in rassegna presentano una escursione di pH che va da 3 a 7 e, in generale, si è osservato che la quantità di P_2O_5 estratta appare in correlazione con il predetto valore. Si esprime l'opinione che l'estrazione fisiologicamente più idonea possa essere considerata quella adottante la soluzione acquosa satura di CO_2, senza tampone (metodo Antoniani), ma con largo rapporto terreno/soluzione, onde limitare al massimo la formazione della condizione di equilibrio che tale estraente infatti produce più intensamente degli altri (ad eccezione della soluzione satura di bicarbonato di calcio). Con questo criterio si avrebbe il vantaggio di poter estrarre tutti i terreni,

anche i più ricchi di calcare, ad un pH, variante da terreno a terreno, ma che rientra sempre nella zona di acidità compresa approssimativamente tra 4 e 6, come è probabile si verifichi nella realtà.

5°) Modificate, così, radicalmente le basi attraverso le quali si valuta il cosidetto fosforo assimilabile in laboratorio, si afferma l'imprescindibile necessità che i risultati ottenuti siano posti al vaglio del più esteso e continuato collaudo sperimentale in campo. Quanto meglio si sarà collaborato a questo fine e tanto più efficienti saranno le correlazioni riscontrate che dovranno graduarsi, tra l'altro, a determinate produzioni raggiungibili.

6°) Riteniamo utile in ogni caso il dosamento della P_2O_5 totale nei terreni e quindi la conoscenza del rapporto con la P_2O_5 estratta. La « solubilità relativa » o « ritmo metabolico » può fornire sempre vantaggiosi ragguagli in questo campo di ricerche.

7°) Si afferma la necessità di uniformare i metodi ai terreni passati attraverso lo stesso setaccio, per inderogabili esigenze di confronto. Così pure di tenere nel giusto conto la percentuale di scheletro, quando sia quantitativamente significante, nell'elaborazione finale della dotazione fosfatica per ettaro che solitamente viene riferita a 3 milioni di Kg. di sola terra fine.

8°) Gli 8 terreni della Provincia di Sassari sono stati ritenuti dai vari metodi, con sufficiente accordo, così classificabili in quanto a dotazione fosfatica: il N. 2 è considerato piuttosto ricco di P_2O_5 assimilabile, il N. 1 mediamente fornito, i Nri 3, 6, 8, piuttosto poveri, i Nri 4, 5, 7, senz'altro poverissimi. In sostanza, resterebbe confermata la previsione della diffusa povertà di fosforo dei terreni di quella Provincia.

RIASSUNTO

La ricchezza in presunto fosforo assimilabile è stata determinata, in 8 terreni della Provincia di Sassari, con i metodi di Truog, Egner Antoniani con rapporto 1/10 ed 1/50, Ferrari e Wrangell, secondo le ultime modifiche apportatevi da L. Marimpietri, V. Morani ed A. Gisondi, applicati all'equilibrio e con il criterio delle estrazioni successive. Si rileva che i diversi metodi concordano abbastanza bene nel classificare, in prevalenza, i terreni in esame come poveri di fosforo assimilabile. Si dimostrano le insufficienze dei detti procedimenti e cioè: 1°) nessuno di essi si sottrae alla condizione di equilibrio che varia da metodo a metodo e da terreno a terreno; 2°) non dosano, od almeno non precisano, la frazione di fosforo in

combinazione organica, quantitativamente e fisiologicamente di notevole significato agronomico; 3°) in generale usano mezzi di estrazione non in armonia con le condizioni mediante le quali le piante assorbono il fosforo dal terreno. Le risultanze sperimentali, particolarmente quelle ottenute attraverso la metodica delle estrazioni successive, conducono a dedurre i criteri da adottare per migliorare a riguardo la presente situazione.

BIBLIOGRAFIA

(1) Parker F. W. e Tidmore J. W. 1926 — The influence of lime and phosphatic fertilizers on the phosphorus content of the soil solution and of soil extracts. *Soil Sci.* 21: 425 - 442.

(2) Pierre W. H. e Parker F W. 1927. — Soil phosphorus studies: II. The concentration of organic and inorganic phosphorus in the soil solution and soil extracts and the availability of the organic phosphorus to plants. *Soil Sci.* 24: 119 - 128.

(3) Burd J. S. e Martin J. C. 1923. — Water displacements of soils and the soil solution. *Journ. Agr. Sci.* 12: 265 - 295.

(4) Parker F. W. 1927. — Soil phosphorus studies: III Plant growth and the absorption of phosphorus from culture solutions of different phosphate concentration. *Soil Sci.* 24: 129 - 146.

(5) Fraps G. S. 1909. — Active phosphoric acid and its relation to the needs of the soil for phosphoric acid in pot experiments. *Tex. Agr. Exp. Sta. Bull.* 126.

(6) Spencer V. E. e Stewart R. 1934. — Phosphates studies: 1° Soil penetration of some organic and inorganic phosphates. *Soil Sci.* 38: 65 - 79.

(7) Schloesing T. 1899. — *C. R. Acad. Sc. t.* CXXVII, p. 1004.

(8) de Sigmond A. 1967. — Chemical method for the determination of available phosphoric acid in soils. *Journ. Amer. Chem. Soc.* 29 - 929.

(9) Dyer B. 1894. — Analytical estimation of probabily available mineral plant food in soils. *Trans. Chem. Soc.* 65: 115 - 167.

(10) Das S. 1930. — An improved method for the determination of available phosphoric acid of soils. *Soil Sci.* 30: 33 - 48.

(11) Wrangell M. von. 1926. — *I Landw. Jahrb.* 63: 669 - 675.

(11) Wrangell M. von. 1926. — *II Landw. Jahrb.* 63: 669 - 675.

(12) Tommasi G. e Marimpietri L. 1936. — *Ann. Staz. Chim. Agr.* Roma serie II Pubbl. n. 322.

(13) Marimpietri L., Morani V. e Gisondi A. 1950. — *Ann. Staz. Chim. Agr.* Roma serie III pubbl. n. 24.

(14) Truog E. 1930. — The determination of readily available phosphorus in soils, *Journ. Amer. Soc. Agr.* 22: 874

(15) Egner H. 1932. — Medd. Nr. 425 brau Centralenstalten for forsokvasendet pe jordbrukssouvradet. *Avdeln for lantsbrukschemie,* Stockolm. n. 51.

(16) Egner H., Kolher G. e Nydahl F. 1938. — The lactate method for determination of easily soluble phosphoric acid in arable soil. *Ann. Landw. Hochschule Schwedens.* 6: 253 - 298.

(17) Boischot P. e Drouineau G. 1938. — Remarques sur le dosage de l'acide phosphorique assimilable dans les sols calcaires. *Ann. Agr. Sér.* 2, A. 8-57-67.

(18) LEMMERMANN O. 1923-1926. — *Ztschr. Pflanzenernähr. u. Dungung* (A) 2: 363 - 70; (B) 5: 105 - 118.

(19) ANTONIANI C. 1943. — Nuovo metodo chimico per la valutazione del fabbisogno fosfatico dei terreni. *Annali Facoltà Agraria Università di Perugia*. Vol. II.

(20) BURD J. S. 1948. — Chemistry of the phosphate ion in soil systems. *Soil Sci.* 65: 227 - 247.

(21) HIBBARD P. L. 1931. — Chemical methods for estimating the availability of soil phosphate. *Soil Sci.* 31: 437 - 466.

(22) BENNE E. J., PERKINS A. T. e KING H. H. 1936. — The effect of calcium ions and reaction upon the solubility of phosphorus. *Soil Sci.* 42: 29 - 38.

(23) WEEKS M. E. e KARRAKER P. E. 1941. — A comparison of various extracting solutions for measuring the availability of phosphorus in soils of known fertilizer treatment and crop performance. *Soil Sci.* 51: 41 - 54.

(25) ALINARI A. e CECCONI C. A. 1952. — Un nuovo metodo di valutazione dei diversi gradi di assimibilità dei fosfati del terreno. *Atti Accademia Georgofili*. Vol. 17 - Sesta serie.

(25) SCHOLLENBERGER C. J. 1920. — Organic phosphorus content of Ohio soils. *Soil* Sci. 10: 140.

(26) HECK A. F. e WHITING A. L. 1927. — The assimilation of phosphorus from phitin by red clover. *Soil Sci.* 24: 17 - 29.

(27) WHITING A. L. e HECK A. F. 1926. — The assimilation of phosphorus from phitin by oats. *Soil Sci.* 22: 477 - 493.

(28) CHAMINADE R. 1944. — Les formes du phosphore dans le sol. Nature et rôle des complexes phospho-humiques. *Ann. Agr.* 1: 1 - 53.

(29) MC AULIFFE C., PEECH M.. e BRADFIELD R. 1949. — Utilisation by plants of phosphorus in farm manure: II Availability to plants of organic and inorganic forms of phosphorus in sheep manure. *Soil Sci.* 68: 185 - 195.

(30) JAKMAN R. H. e BLACK C. A. 1951 — Solubility of iron, aluminum, calcium and magnesium inositol phosphates at different pH values *Soil Sci.* 72: 179 - 186.

(31) FISCKE C. H. e SUBBAROW Y. 1925. — The colorimetric determination of phosphorus. *Journ. Biol. Chem.* 66: 375 - 400.

(32) DENIGÈS G. 1920. — Reaction de coloration extrêmement sensible des phosphates et des arseniates. Ses applications. *Compt. Rend. Acad. Sci.* (Paris) 171: 802 - 804.

(33) FERRARI C. 1952. — Sul micro-dosamento fotometrico dell'acido fosforico minerale in presenza di esteri fosforici. *Ann. Sper. Agr.* Nuova serie. Roma.

(34) FERRARI C. 1952. — Sul potere assorbente della carta da filtro e del terreno verso il « bleu di molibdeno fosforato » *Ann. Sper. Agr.* Nuova Serie. Roma.

(35) FERRARI C. e LUGO P. 1952. — Sulla micro-determinazione fotometrica degli acidi fosforico e silicico contemporaneamente in soluzione. *Ann. Sper. Agr.* Nuova Serie. Roma.

(36) CHAMINADE R. 1952. — Contribution à l'étude de la fixation par le sol de l'anion phosphorique. *Soil Sci.* 35: 17 - 28.

(37) HIBBARD P. L. 1933. — Estimation of plant available phosphate in soil. *Soil Sci.* 35: 17 - 28.

(38) MENOZZI A. e PRATOLONGO U. 1952. — Trattato di chimica vegetale ed agraria (II) Il terreno ed i fertilizzanti. *U. Hoepli*. Milano.

(39) SAIDEL T. 1924. — Contribution à la connaissance des solutions aqueuses su sol. *Acts de la V Conférence Internationale de Pédologie*. Roma, Vol. II, p. 556.

(40) DAIKUHARA G. 1914. — *Bull. of the Imper. Centr. Agr. Station Japan.* Tokio.
(41) WHEETING L. C. 1930 — A study of methods for the determination of the available potassium of soils. *Soil Sci.* 29: 1 - 21.
(42) PARKER F. W. 1921. — Methods of studying the concentration and composition of the soil solution. *Soil Sci.* 12: 209 - 232.
(43) CAMERON F. K. e BELL J. M. 1905. — The mineral constituents of the soil solution. *U. S. Dept. Agr. Bur. Soils. Bul.* 30.
(44) KÖNIG J., HASEMBAUMER J. e GLENK K. 1913. — Ueber die Andwendung der Dialyse und die bestimmung der Oxidationskraft fur die Beurteilung des bodens. *Landw. Ver. Sta.* 79-80: 491 - 534.
(45) MATTSON S. 1926. — Electrodialysis of the colloidal soil material and the exchangeable bases. *Journ. Agr. Res.*. 33: 553 - 567.
(46) ALBEN A. O. 1930. — Reactions of electrodialysed humus and bentonite and applications of the method. *Journ. Amer. Soc. Agr.* 22: 311 - 326.
(47) MC GEORGE W. T. e BREAZEALE S. F. 1931. — Phosphate solubility studies on some improductive calcareous soils. *Ariz. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 35.
(48) HARPER H. J. 1933. — The easily soluble phosphorus content of soil as determined by electrodialisys, estraction with diluite acid solutions, and crop response to fertilization. *Soil Sci.* 35: 1 - 16.
(49) SAIDEL T. e PAVLOVSCHI G. 1932. — Sur la solubilisation des substances du sol par la mèthode des extractions répétées. *Ann. Agr.* Ser. 2A. 2: 459 - 503.
(50) MARGULIS H. e HURON R. 1952. — Sur la détermination de l'acide phosphorique « assimilable » du sol par le procédé Schlösing - de Sigmond. *Ann. Agr.* Serie A n. 2, pag. 185 - 189.
(51) FERRARI C. 1952. — A new chemical procedure for the determination of the soluble phosphates of soil. Relazione presentata alla Società Internazionale di scienza del suolo. Dublino 1952. II e IV Commissione. *Istituto Chimica Agraria Università* di Bologna.
(52) SANDRI G., CORADUCCI P. e LUGO P. 1952. — The determination of soluble phosphates in acid and sub-acid soils by the new Ferrari's procedure. Relazione presentata alla Società Internazionale di scienza del suolo. Dublino II e IV Commissione. *Istituto Chimica Agraria Università* di Bologna.
(53) PURI AMAR NATH e ASGHAR A. G. 1936. — The estimation of available phosphates in soils by CO_2 extraction. *Soil Sci.* 42: 39 - 45.
(54) PARKER F. W. 1925 — The adsorption of phosphate by Pasteur - Chamberland filters. *Soil Sci.* 20: 149 - 157.

Sassari, settembre 1953.

Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee
dell'Università di Sassari
(Direttore inc.: Prof. RAFFAELE BARBIERI)

Compiti e bisogni della sperimentazione agraria in Sardegna

RAFFAELE BARBIERI

L'esigenza di una metodica sperimentazione agraria è oggi particolarmente sentita in Sardegna. L'agricoltura dell'Isola sta avviandosi verso grandi opere di trasformazione ed in questo processo evolutivo deve affrontare problemi di eccezionale importanza.

Progetti per l'irrigazione di estese superfici vanno ad es. già verso la realizzazione: basta citare quello per la utilizzazione delle acque del Tirso per irrigare terre del comprensorio di Oristano; quello per l'utilizzazione delle acque del Flumendosa per irrigare terre del Campidano di Cagliari; quello per l'utilizzazione delle acque del Rio Palmas nel Basso Sulcis, mentre altre opere vanno progettandosi nella Sardegna settentrionale per lo sfruttamento delle acque del Liscia, del Coghinas, del Cuga, ecc. All'utilizzazione dei deflussi di superficie va aggiunto lo sfruttamento delle acque sotterranee che, in particolari zone, serve ad estendere la così detta irrigazione « oasistica ».

Secondo i maggiori conoscitori della Sardegna, mettendo in atto tutte le possibili risorse idriche, sarà possibile portare l'irrigazione su una superficie di circa 100 mila ettari. Superficie senza dubbio cospicua, che investe terre piane e pianeggianti e che modificherà indubbiamente il volto dell'agricoltura di tali zone.

Ma pur essendo cospicua, questa estensione rappresenterà meno del 5 % di quella che vien definita dalle statistiche « superficie produttiva » (agraria e forestale) dell'Isola, valutata a Ha 2.321.647.

La soluzione del problema agrario della Sardegna potrà quindi in parte basarsi sulla trasformazione di queste terre piane e pianeggianti in zone irrigue, sulle quali, attraverso ingegnosi e talvolta arditi lavori, sarà portato il più importante elemento di vita: l'acqua. Rimane il « grosso » del problema dell'evoluzione dell'agricoltura « asciutta », che dovrà continuare a subìre il dominio dell'aridità primaverile-estiva. E', purtroppo, la massima parte di queste terre comprende territori di collina e di mon-

tagna, buona parte dei quali non offrono altra utilizzazione che attraverso il pascolo o il bosco, non tenendo conto, s'intende, delle estese superfici di « rocce nude » che la statistica non precisa e sulle quali praticamente vi è poco da utilizzare ai fini della produzione agricola.

Dai dati riportati dalle statistiche si apprende, infatti, che l'intera superficie produttiva della Sardegna risultava al 1949 così ripartita:

26,4 % a seminativi;
44,8 % a pascoli permanenti;
0,3 % a prati-pascoli permanenti;
3,1 % a colture legnose specializzate;
12,6 % a boschi;
12,8 % a incolti produttivi;

vale a dire, in cifre assolute, circa ettari 613.000 a seminativi, Ha 1.040.000 a pascoli, solo Ha 73.000 a colture legnose specializzate, Ha 294.000 a boschi, ben Ha 296.000 a incolti produttivi. Questi ultimi, quasi certamente, rappresentano in massima proporzione terreni a « roccia affiorante » e « rocce nude » vere e proprie, mentre gli stessi pascoli comprendono, sovente, terreni di scarsa potenza e a roccia affiorante. Allo stato attuale, manca un « catasto » dei terreni che, offrendo elementi di precisazione anche sulla natura e sulla potenza di essi, possa permettere di rendersi conto « numericamente » dell'entità di questi terreni a rocce superficiali o affioranti o addirittura nude.

In tutti i casi, a parte i 100 mila ettari da irrigare e scartando i terreni « inutilizzabili », rimane pur sempre in Sardegna una estesa agricoltura « asciutta » (seminativi, pascoli, colture legnose specializzate) suscettibile di progressi. Perchè, se è vero che il clima non è facilmente modificabile, soprattutto quando si parla di « grande coltura », è altrettanto vero che la tecnica razionale consente di contenere l'influenza dell'ambiente. « Bisogna adeguare l'agricoltura sarda ai progressi che la Scienza e la Tecnica consentono di conseguire »; abbiamo affermato nelle conferenze da noi tenute recentemente in Sardegna, in occasione delle « settimane di aggiornamento tecnico » indette dal Ministero dell'Agricoltura. Con maggior convinzione ripetiamo oggi tale affermazione, dopo i nostri primi contatti con le principali zone della Sardegna ed esserci resi conto della imponenza e delle difficoltà dei problemi « agronomici » dell'Isola.

Le caratteristiche dell'ambiente in Sardegna non trovano riscontro in altre regioni italiane, per cui, in generale, solo limitatamente è possi-

bile orientarsi sui risultati della sperimentazione condotta altrove, sia pure in zone che potrebbero ritenersi « simili » a quelle della nostra Isola, ma che la realtà dimostra essere ben diverse. La realtà dice anzi di più e, precisamente che, nella stessa Sardegna, dalla Nurra al Campidano, dalla Gallura al Sarrabus, ecc. troviamo condizioni profondamente differenti.

Per la diversità di ambiente che caratterizza le varie zone della Sardegna, non appare facile parlare genericamente di nuovi indirizzi da dare all'agricoltura sarda. È necessario che si abbandonino affermazioni troppo generiche, di cui si fa uso (e in verità non soltanto in Sardegna), e si scenda in particolari, enunciando indirizzi sicuri, in base a elementi certi, acquisiti o acquisibili soltanto attraverso l'esperienza fatta nelle peculiari caratteristiche dei diversi ambienti.

Nell'Isola sono mancate in passato le possibilità per una metodica sperimentazione sui complessi problemi, che sono alla base del progresso agricolo moderno. È vero che abbiamo l'esempio di Arborea. Ma Arborea è una cosa troppo a sè e non sappiamo fino a qual punto, ad esempio, possano tradursi sui terreni della Nurra o del Logudoro i sistemi di coltivazione delle foraggere o dei cereali attuati su quelle sabbie.

Esiste il lavoro compiuto dagli Ispettorati agrari. Lavoro degno di alto riconoscimento, ma che, dati i compiti degli Ispettorati, non poteva e non può che necessariamente avere un carattere di propulsione, di divulgazione e di dimostrazione su problemi generali del miglioramento della produzione agricola.

Oggi la Sardegna ha bisogno di più. Nella fase in cui miliardi di lire stanno per essere investiti in opere di trasformazione che devono rappresentare la base del progresso avvenire, la Sardegna ha innanzi tutto bisogno di ricerche e di sperimentazioni da condurre con razionalità di metodi.

Ricerca significa acquisizione di nuove conoscenze; sperimentazione significa collaudo dei risultati della ricerca: entrambe s'integrano a vicenda, non possono essere separate.

È fuori discussione che i compiti della ricerca e della sperimentazione devono essere assolti da Istituti specializzati, siano essi « Istituti universitari », siano essi « Stazioni sperimentali ». Vengono poi i compiti della divulgazione dei risultati ottenuti con la ricerca e con la sperimentazione; e questi compiti, importanti come i primi, devono essere di competenza degli Ispettorati agrari i quali, una volta alleggeriti di tante pratiche burocratiche, potranno maggiormente dedicarsi, come ai tempi delle Cattedre ambulanti di agricoltura, all'assistenza degli agricoltori.

Purtroppo in questi ultimi tempi va manifestandosi la tendenza a confondere questi compiti. Sovente e facilmente si parla di sperimentazione

« pratica » e di sperimentazione « scientifica », dimenticando che la sperimentazione è sempre una e poggia sulla ricerca, a meno che i sostenitori della così detta sperimentazione « pratica » non si vogliano riferire a prove dimostrative e divulgative. La sperimentazione è una ed esige l'applicazione della metodologia, che in realtà non è necessaria nelle prove a carattere divulgativo, in quelle prove cioè che taluni definiscono « sperimentazione pratica », la quale secondo inaccettabili tendenze dovrebbe avere in Sardegna la precedenza su quella che le stesse tendenze definiscono « sperimentazione scientifica ».

Situazione equivoca che deve essere chiarita. Noi ripetiamo ancora una volta che necessita in Sardegna un lavoro di *ricerca* e di *sperimentazione* — a parte l'opera di dimostrazione e di divulgazione — comprendente fondamentali problemi agronomici e affermiamo altresì che la sperimentazione moderna, aggiornata e qualificata, non può essere trattata con dilettantismo.

Questo pensiero è frutto di constatazioni: sovente è dato vedere « sperimentazioni » condotte senza rigore, senza metodo, dalle quali si perviene a risultati di dubbia attendibilità e talvolta a sciupìo di mezzi.

Altro però è parlare della collaborazione che deve esistere tra organi di studio, di ricerca e di sperimentazione e organi di divulgazione; tra questi organi e i tecnici e gli agricoltori. Noi auspichiamo questa collaborazione sempre più fattiva, convinti, come siamo, che solo dal lavoro coordinato potrà derivare maggiore impulso al progresso della nostra agricoltura.

Quali sono i compiti che devono essere assolti dalla auspicata sperimentazione agraria in Sardegna?

Per limiti di competenza portiamo il nostro esame su fondamentali problemi agronomici. Ed invero i primi compiti della sperimentazione riguardano senza dubbio i mezzi diretti a creare la « sede » agronomica: vale a dire lo studio di quei mezzi attraverso i quali il terreno deve essere messo nelle migliori condizioni per poter svolgere le sue complesse funzioni di abitabilità e di nutrizione per le piante che si coltivano. Emergono così i primi fattori: sistemazioni e lavorazioni del terreno e rotazioni e concimazioni, ai quali si aggiunge, per le zone ove si dispone di acqua, l'irrigazione.

1. — Sistemazione e lavorazione del terreno.

Vien ripetuto da tutti — e non da oggi — che la sistemazione del terreno rappresenta la base del progresso agricolo. E questo è vero. Ma è anche lecito porre una domanda: a che punto ci troviamo con le sistemazioni del terreno e che cosa si è fatto finora? La domanda non vale soltanto per la Sardegna, ma per tutte le zone meridionali e insulari.

La risposta è in tutti i casi facile: si è fatto poco. Con specifico riferimento alla nostra Sardegna dobbiamo dire che, a parte s'intende le zone orticole, ben scarsi, se non rari, sono gli esempi di sistemazione. In pianura e in pendìo i nostri terreni continuano a soggiacere alla nefasta azione esercitata dalle abbondanti e violente precipitazioni che cadono nel periodo autunno-vernino. Sotto l'azione delle acque, che scendono disordinatamente, i fenomeni di denudamento delle zone in pendìo avanzano, agevolati purtroppo dalla distruzione dei boschi operata anche dai pastori alla conquista di magre erbe per le loro greggi. Fenomeni di denudamento, accompagnati talvolta da erosioni, agevolati ancora dalla natura stessa dei terreni, sovente a scarsa potenza, e dall'azione dei venti. Tutto questo senza volere occuparsi di eventi eccezionali, delle così dette « alluvioni », delle così dette « piene » dei fiumi.

Nelle zone piane e pianeggianti gli effetti delle eccessive precipitazioni autunno-invernali si manifestano differentemente: in queste zone il ristagno domina con frequenza, anche se non appare in superficie, perchè, oltre al ristagno « visibile », dipendente dalle irregolarità di superficie, esiste il così detto ristagno « sotto-superficie » o ristagno « interstiziale », dovuto all'immobilità dell'acqua in eccesso che, non trovando vie di scolo per mancanza di sistemazioni, sovrassatura gli strati superiori del terreno. Questi effetti si palesano più accentuatamente nei terreni di scarsa potenza o tendenti all'impermeabilità. È superfluo soffermarsi sulle dannose conseguenze che derivano dalla mancanza di sistemazioni: a parte i denudamenti nelle zone in pendìo, a parte la degenerazione dei terreni di pianura soggetti ai ristagni, nelle condizioni descritte le coltivazioni intristiscono sempre e l'intristimento si ripercuote sfavorevolmente sopra la produttività.

È necessario creare una « coscienza in fatto di sistemazioni »; è necessario intraprendere una « politica » di sistemazioni. Tutto questo è giusto, ma è necessario innanzi tutto ricercare quegli elementi funzionali, tecnici ed economici, che devono guidarci nell'azione da intraprendere. In altri termini, è necessario lo studio dei « metodi » di sistemazione del terreno più rispondenti, nelle zone in pendìo ed in piano, alle caratteri-

stiche pedoclimatiche ed agli ordinamenti produttivi che si stabiliranno. E con lo studio dei metodi di sistemazione, quello dei mezzi meccanici che è possibile impiegare per le sistemazioni medesime.

Non è il caso qui di parlare dettagliatamente di un piano di sperimentazione per lo studio delle sistemazioni. Basta accennare ai capisaldi di un simile lavoro. Così ad es. nel porre alla prova metodi di sistemazione è opportuno distinguere, rispettivamente per le zone in piano e per quelle in pendìo, fra sistemazioni estensive e sistemazioni intensive, fra sistemazioni permanenti e sistemazioni temporanee.

Lo studio delle sistemazioni riguarda praticamente tutta la Sardegna. Si comprende che nel compiere tale studio vanno messi a punto, per i terreni in pendìo, i limiti di convenienza, oltre i quali cessa la funzione della sistemazione « agraria » e il problema diventa di competenza del Forestale.

In rapporto ai metodi di sistemazione del terreno s'impone lo studio dei metodi di lavorazione. Anzi, a voler essere precisi, dobbiamo dire che sistemazione e lavorazione del terreno s'integrano a vicenda.

Strumenti di lavorazione, profondità in rapporto ai lavori, epoche di lavorazione, coordinamento dei lavori stessi: fattori questi che devono essere tutti in relazione alla natura ed alla sistemazione dei terreni ed alle coltivazioni che si praticano. Sono questi i problemi fondamentali, dalla cui soluzione deve trarre ispirazione e guida una razionale tecnica delle lavorazioni.

I problemi enunciati vanno distinti a seconda che trattisi di terreni saldi, da mettere per la prima volta a coltura, e terreni già coltivati, in molti dei quali la tecnica della lavorazione soggiace ancora all'arretratezza.

Nei terreni saldi un problema fondamentale, da affrontare, riguarda il dissodamento, che, quando viene praticato per le colture erbacee, impone un esame più particolare, per poter giudicare se convenga raggiungere una determinata profondità tutta in una volta o se non convenga il così detto « dissodamento periodico », mediante il quale l'approfondimento massimo è raggiunto nel tempo. Tutto questo specialmente quando ci si trova in presenza di sottosuolo costituzionalmente diverso dagli strati superficiali del terreno.

Oltre il dissodamento per i terreni nuovi, assumono interesse, per tutti i terreni, i lavori di rinnovo, quelli comuni, quelli consecutivi. Troppo poco ancora si conosce intorno agli effetti degli strumenti che la meccanica moderna va mettendo a servizio dell'agricoltura; troppo poco ancora si conosce intorno ai limiti d'impiego di queste macchine, guardati sotto il profilo tecnico ed economico.

Uno studio agronomico — da cui trarre anche giudizi economici — si impone ormai con tutta la sua importanza, quando si tenga conto dell'entità delle superfici salde, che dovranno essere messe a coltura, e delle notevoli estensioni di terreni già coltivati, nelle quali le lavorazioni del terreno vengono compiute con strumenti non adeguati ai progressi della moderna industria meccanica.

Il problema delle lavorazioni, come quello delle sistemazioni, va affrontato anche con criteri diversi a seconda che trattasi di terreni in pendìo o di terreni in piano.

2. — Rotazioni e concimazioni.

Non v'ha dubbio che la coltura cerealicola domini nei seminativi della Sardegna. Se non teniamo conto dei « riposi » pascolativi e dei « maggesi nudi », noi vediamo, in base alla statistica relativa alla intera Sardegna, che il rapporto tra superficie occupata dalle colture così dette miglioratrici (leguminose da granella, granoturco, piante industriali, patata e ortaggi di grande coltura, prati avvicendati compresi gli annuali) e superficie occupata da cereali così detti sfruttanti (grano, orzo, avena) è all'incirca di 1 a 3. E vediamo ancora che il massimo posto tra le colture « miglioratrici » è tenuto dalla fava.

Scarsa è la superficie delle altre piante da rinnovo e quella occupata dalle colture prative da vicenda.

Il problema delle rotazioni assume quindi in Sardegna importanza eccezionale. Basti considerare che ben 288 mila ettari, secondo le statistiche, rappresentano « seminativi a riposo » e solo 75 mila ettari sono investiti a colture miglioratrici (leguminose, con la fava in prevalenza, patate e ortaggi da grande coltura, foraggere avvicendate). Se si tiene conto che la superficie investita a cereali si mantiene sui 220 mila ettari si deduce la larga superficie cerealicola che ha come coltura preparatoria il riposo pascolativo o nudo ed il ringrano. Prevalgono cioè, nei seminativi della Sardegna, quelle rotazioni discontinue, caratteristiche di ordinamenti economicamente poveri, di una cerealicoltura estensiva.

L'evoluzione di queste rotazioni è senza dubbio possibile: essa è legata alla coltivazione redditizia di una sarchiata e alla estensione delle colture foraggere, che possano rendere conveniente l'abolizione dei « riposi ». Si tratta di un problema imponente, che comporta in parole semplici, l'utilizzazione, attraverso una coltura « attiva », di circa 300 mila ettari di terreno.

Per quanto riguarda la sarchiata, se facile è la scelta per le zone che dispongono di acqua, potendosi in esse contare su piante a ciclo primaverile-estivo (pomodoro, barbabietola, tabacco, granoturco, cotone, ricino, ecc.), non altrettanto facile sarà per le zone asciutte. Secondo il nostro punto di vista, in queste zone asciutte, le leguminose da granella dovranno mantenere la loro importanza; innanzi tutto la fava e poi il pisello e legumi minori (cece, lenticchia). Subordinatamente potrà pensarsi all'estensione di qualche altra pianta, es. il lino da seme, mentre non facilmente potrà rivelarsi conveniente la coltivazione del cotone fino a quando non si sarà riusciti ad ottenere razze specificamente adatte alle condizioni di ambiente.

Ma deve la fava guardarsi con tolleranza o, a essere più precisi, come un « male necessario »? Certo la produzione della fava, oggi, è scarsa e aleatoria. Ma noi siamo convinti che se la fava venisse razionalmente coltivata, con buone lavorazioni dei terreni, con adeguate concimazioni organiche e fosfatiche, essa si renderebbe conveniente. E poi, è stato mai condotto un lavoro di miglioramento genetico sulle fave coltivate in Sardegna per ottenere, possibilmente, stirpi resistenti a specifiche avversità ambientali? La fava, bisogna pur dirlo, è stata sempre trascurata.

Maggiori possibilità esistono per l'attuazione delle colture foraggere.

In coltura irrigua la medica è imbattibile e, per quanto riguarda gli erbai, granoturchi e sorghi, da soli o associati con leguminose (es. Vigna sinensis, soja ecc.) dànno ottimi risultati.

Nelle zone irrigue è possibile anzi di più: è possibile attuare due, se non anche tre erbai in un solo anno: erbaio autunno-vernino (tipo favetta o veccia e avena) seguito da un erbaio primaverile-estivo, e, se possibile, si fa seguire a quest'ultimo un erbaio estivo-autunnale.

In coltura asciutta la coltivazione delle foraggere è certo molto più impegnativa: ma la medica, adottando particolari accorgimenti tecnici, appare ormai di possibile coltivazione; la sulla si rivela preziosa per terreni compatti e calcarei e poi esiste il prato annuale di veccia e avena che può rendere indiscutibili servigi.

Dovremmo parlare delle possibilità di attuazione di prati polifiti, ma nessuna sperimentazione è stata finora condotta al riguardo, mentre questi prati andrebbero guardati con particolare attenzione, non soltanto per la loro resa foraggera e per la qualità del foraggio, ma anche per l'influenza che esercitano sulle condizioni fisiche e soprattutto sulle modificazioni di struttura dei terreni.

In tutti i casi, come ingranare le possibili colture in rotazioni continue?

Per le zone irrigue possiamo parlare di avvicendamenti liberi o aperti, per i quali l'agricoltore, sempre che rispetti l'alternanza di piante miglioratrici a piante sfruttanti, può regolarsi annualmente sull'estensione da dare alle singole colture, in base ai presumibili orientamenti di mercato. Per le zone asciutte, invece, si può pervenire al passaggio dalle attuali rotazioni discontinue a rotazioni continue, ad es. del tipo triennale (sarchiata-grano-prato) o del tipo quadriennale (sarchiata-grano-prato annuale-grano), oppure su un doppio ciclo biennale (sarchiata-grano, sarchiata-grano), con medica fuori rotazione. E altre rotazioni più lunghe possono instaurarsi introducendo in esse la medica o la sulla.

Deve essere la sperimentazione futura a precisare i rendimenti delle singole colture in funzione degli ordinamenti colturali e a chiarire l'azione miglioratrice delle singole piante, guardate, tra l'altro, sotto il complesso aspetto della loro azione sul miglioramento delle condizioni del terreno.

Nello studio delle rotazioni si inserisce quello delle concimazioni.

Quando parliamo di concimazioni, ci riferiamo evidentemente alla concimazione organica ed a quella minerale. Entrambe presentano per la Sardegna la massima importanza, ma entrambe non hanno mai formato oggetto di studi rigorosi, da cui trarre criteri di razionale applicazione.

Non staremo a ripetere concetti noti a chiunque sulla indispensabilità e sulle funzioni della materia organica nel terreno. Nè passeremo in rassegna i mezzi attraverso i quali si può provvedere alla concimazione organica (dal letame ai sovesci, all'adozione di particolari coltivazioni, es. le foraggere). Poniamo qui l'esigenza di una sperimentazione diretta ad accertare fatti fondamentali per le diverse formazioni che caratterizzano i terreni della Sardegna sotto le diversità di ambiente climatico. Il problema della concimazione organica, in altri termini, non va considerato a sè stante, ma in relazione con altri importanti fattori, quali le rotazioni, le possibilità di irrigazione e, dove non esistono possibilità di irrigazione, i mezzi per tesaurizzare acqua nel suolo rispetto alle non facili condizioni di clima. Quando si consideri ad es. che nelle zone aride la materia organica nel terreno soggiace a rapidi processi di distruzione e quindi più se ne mette e più se ne consuma; quando si consideri che in clima arido, secondo esperienze condotte fuori della Sardegna, il bilancio dell'azoto nel terreno, dopo una coltura di medica, sembra non subisca variazioni in aumento, ci si rende conto delle difficoltà che si oppongono per pervenire all'arricchimento del terreno in sostanza organica, soprattutto per pervenire ad un tasso sufficiente e costante che consenta l'adozione di sistemi

colturali più intensivi, e ci si rende conto altresì che non basta semplicemente dire: dobbiamo produrre letame.

Sono problemi complessi che devono preoccupare. Purtroppo abbiamo visto estensioni di terreni di recente dissodate, investite unicamente a coltura cerealicola, e quando abbiamo domandato che cosa si sarebbe coltivato dopo quel grano e ci è stato risposto ancora grano e poi... la risposta è mancata, siamo rimasti non poco perplessi della sottovalutazione che si ha di fondamentali problemi agronomici e del pericolo che corrono quei terreni di vedersi impoveriti in due-tre anni di coltura cerealicola consecutiva.

Non disgiunto da quello della concimazione organica sta il problema della concimazione minerale. O meglio anche questo problema deve essere collegato a tutti gli altri fattori di ambiente, fisico e colturale, che caratterizzano i sistemi produttivi.

Si fa sempre riferimento ai bassissimi consumi di concimi minerali e si fa propaganda per un maggior impiego di questi concimi. Si parla di fosforo assimilabile e di fosforo non assimilabile. Si compiono analisi del terreno, si suggeriscono determinate formule di concimazione. Ma non si avanza o si avanza molto lentamente. E progredire non è facile. Molto spesso la concimazione minerale non reagisce in Sardegna e se ne attribuiscono le cause all'andamento climatico. Anche questo è vero. Ma la mancata reattività della concimazione deriva pure da altri fattori: dalle deficienze che esistono nella sistemazione e lavorazione dei terreni e dalla mancanza di razionali ordinamenti colturali. Bisogna una buona volta convincersi che la concimazione minerale non può manifestare i suoi effetti se nel terreno non si realizzano le possibilità di azione per gli « agenti apprestatori » del nutrimento, fra i quali acqua e microrganismi in primo luogo.

Ne deriva che in Sardegna lo studio delle concimazioni minerali non può sfuggire dalle particolari condizioni ambientali e che sotto le differenti condizioni deve essere collegato con gli altri fattori della produttività. E in tale studio, in base a determinati ordinamenti colturali, asciutti o irrigui, che è possibile instaurare e alle piante che è possibile coltivare, va inquadrata la convenienza delle concimazioni minerali.

Purtroppo anche nel campo delle concimazioni minerali manca una sperimentazione aggiornata, la sola che possa portare un contributo per risolvere le non poche incognite che mantengono oscuro l'argomento. E purtroppo non ci si avvia su questa strada, facilitando le possibilità di condurre tali indagini. Ci si accontenta di una propaganda generica che sovente rimane sterile, mentre problemi di fondo vengono trascurati.

3. — Irrigazione.

Anche per l'irrigazione dobbiamo ripetere presso a poco quello che abbiamo detto per la sistemazione e la lavorazione del terreno, per le rotazioni e le concimazioni. Grandi opere di irrigazione, che consentiranno di valorizzare cospicue estensioni di terra, sono state progettate per la Sardegna.

Ma sono stati messi « a punto » o almeno si stanno mettendo « a punto » gli elementi tecnici e funzionali che dovranno rappresentare la base della riuscita della trasformazione irrigua?

Poniamo solo l'interrogativo. Esso richiama la necessità di esaminare il problema nella sua complessa interezza.

Non sembra che in Sardegna sia in corso di sviluppo un'indagine sistematica, condotta con rigore metodologico, intesa a considerare e a definire i rapporti che corrono tra acqua, terreno e pianta in funzione dei sistemi di irrigazione più idonei, comparativamente valutati a parità di condizioni d'ambiente. Non si può certo giungere a risultati concreti sull'argomento compiendo soltanto prove di « dimostrazione » con apparecchi a pioggia.

Il problema dell'irrigazione è complesso. Se è vero che quando si dispone di acqua tutto diventa relativamente più facile e sicuro, è altrettanto vero che l'estensione dell'irrigazione su vasti comprensori richiede la soluzione di questioni fondamentali, tra cui i rapporti, già accennati, tra acqua, suolo e colture, i quali richiedono esami di consumi idrici, di turni e corpi di adacquamento, di adattamento dei sistemi di distribuzione, dei rendimenti delle colture in rapporto all'acqua somministrata e all'andamento stagionale ed alla tecnica di coltivazione.

La sola enunciazione di questi argomenti è sufficiente a dimostrare l'assoluta necessità di una sperimentazione completa, diretta a consolidare la tecnica irrigua in vasti comprensori.

L'importanza della sperimentazione deriva anche dalla tendenza a diffondere oggi il sistema per aspersione (a pioggia) rispetto ai comuni sistemi. Nel corso di conferenze da noi tenute sull'argomento, abbiamo esposto vantaggi e svantaggi del sistema a pioggia e abbiamo insistito sull'assoluta necessità, in Sardegna, di approfondire lo studio di particolari aspetti del sistema stesso e di non limitarsi unicamente a prove dimostrative, di breve durata, insufficienti per portare a giudizi sicuri. Perchè, se si riuscisse ad eliminare determinati svantaggi presentati dal sistema a pioggia, soprattutto in relazione alla ventosità dei territori sardi ed alla

convenienza economica, è chiaro che dovrebbero modificarsi persino i criteri che devono presiedere alla costruzione delle reti di distribuzione di interi comprensori.

A questi fondamentali problemi agronomici se ne aggiungono altri più specifici, che per brevità non trattiamo, quali ad es. l'impiego di diserbanti nella coltura cerealicola, il trattamento delle sementi con particolari metodi e con prodotti ormonici, l'attività degli elementi micronutritivi per particolari colture, ecc.

Ci soffermiamo, invece, su importanti aspetti riguardanti il miglioramento delle coltivazioni che maggiormente interessano la Sardegna.

4. — Cerealicoltura.

È certo che la coltivazione dei cereali dovrà mantenere in futuro la sua importanza e che la scelta della « razza » resta sempre alla base del progresso cerealicolo. D'altra parte noi siamo convinti che in Sardegna la coltivazione dei grani teneri dovrà guadagnare maggiore estensione.

Secondo recenti valutazioni, la superficie occupata dalle razze elette in Sardegna investe il 68 % della superficie coltivata a frumento; il 43 % dal « Cappelli » e il 21 % dal « Dauno III ».

Si pongono così due problemi: un problema di fondo, rappresentato dalla ulteriore diffusione delle razze elette in senso generale, e un problema particolare, che consiste nel dare maggiore estensione alle razze di frumento tenero.

Appare chiara la concretezza di una sperimentazione intesa a definire il comportamento delle razze di cui oggi disponiamo rispetto ai differenti ambienti di coltura (montagna, collina, pianura). A fianco di questa sperimentazione si rendono necessarie una ricognizione e una ricerca sistematica, dal punto di vista morfologico, biologico, colturale e tecnologico, sulle varietà locali ancora esistenti in Sardegna rispetto alle nuove razze, prima di puntare definitivamente sull'abbandono delle vecchie varietà. E poi, non è forse conveniente tentare lavori per pervenire a razze specificamente adatte a particolari condizioni della Sardegna?

Oltre al frumento, l'avena e l'orzo rappresentano due altri cereali di valore non trascurabile. Esaminando quest'anno nella Nurra, presso aziende di agricoltori, delle coltivazioni di avena, ci convincemmo dell'opportunità di un lavoro di selezione, che può portare a risultati di grande utilità, giacchè in quelle comuni coltivazioni emergevano piante che si distinguevano per esaltati caratteri di produttività.

Ai fini dell'incremento della coltura cerealicola dell'Isola si ravvisa ancora utile uno studio sul mais in coltura irrigua, da realizzare nelle zone di pianura, dove l'irrigazione è già in atto e dovrà estendersi. Studio inteso non nelle sole prove di confronto dei tipi ibridi americani, ma considerato anche sotto l'esame di varietà italiane per tendere, se mai, alla produzione di sementi ibride da quelle varietà che manifestamente presentano maggiore adattamento e quindi convenienza rispetto alle condizioni di ambiente.

5. — Colture foraggere.

Il problema foraggero assume in Sardegna eccezionale interesse. Secondo le statistiche del 1950, i pascoli e i prati-pascoli permanenti occupano Ha 1.044.196 con una resa ragguagliata in fieno di q 6,4 a ettaro; i prati avvicendati invece occupano Ha 4.186 con resa di q 47,7 ad ettaro; gli erbai Ha 6.307 con resa di q 31,8. Tra prati avvicendati ed erbai, quindi, solo Ha 10.493, mentre abbiamo visto ben 288 mila ettari a riposo pascolativo. Se esaminiamo la consistenza dell'allevamento del bestiame, rileviamo che il numero di capi bovini per ettaro di « superficie produttiva » risulta di appena 0,09 (vale a dire meno di un decimo di capo per ettaro) e quello degli equini 0,03. Nè a risollevare la povertà di queste cifre concorrono gli ovini e caprini, quando si consideri che il numero medio di ovini e caprini per ettaro risulta di 1,3. I suini hanno una densità per ettaro pari a 0,05 (un ventesimo di capo).

Si ripeterebbero cose più che note affermando che in Sardegna l'incremento del patrimonio zootecnico rappresenta una leva potente per l'evoluzione economica dell'Isola.

Non entriamo negli indirizzi che dovrebbe seguire la zootecnia sarda, argomento questo di competenza degli studiosi della materia. Ci si consenta solo di ricordare che uno dei cardini dell'industria zootecnica è rappresentato dalla produzione di carne bovina.

Ritorniamo piuttosto all'argomento della produzione foraggera, accennando brevemente ai compiti che una sperimentazione dovrebbe assolvere, seguendo le tre direttive: pascoli, prati artificiali, erbai.

È fuori di dubbio che anche dissodando una certa parte di superficie pascolativa, in conseguenza delle opere di trasformazione che si sono iniziate, i pascoli manterranno sempre in Sardegna tutta la loro importanza: superfici ben vaste non possono trovare altra conveniente utilizzazione che

nel pascolo. Ora, lo stato di degradazione dei pascoli sardi deve essere maggiormente affrontato. E appare indispensabile una sperimentazione diretta a studiare la tecnica del miglioramento di essi dal punto di vista quantitativo, come dal punto di vista qualitativo. Ricognizioni floristiche, quindi, studio dei mezzi più « sicuri ed economici » (non escluso lo studio dell'impiego dei diserbanti) per l'eliminazione delle piante inutili e dannose, concimazione fosfatica, innanzi tutto, e poi spietramenti ove possibile, infittimenti con semine di miscugli per migliorare la flora, erpicature, e, in particolari casi, anche sistemazioni del terreno, regolarizzazione dei turni di sfruttamento: rappresentano questi gli elementi principali da « mettere a punto » per una più energica azione diretta ad ottenere proficue realizzazioni in questo importante settore dell'agricoltura sarda.

Per i prati artificiali, finora si è mirato ad estendere in Sardegna la coltivazione dell'erba medica e della veccia e avena. Chiamiamo la coltivazione di veccia e avena « prato annuale » e non erbaio, giacchè essa, nell'agricoltura asciutta, rappresenta la coltura principale dell'annata ed è noto che il termine « erbaio » va riservato alla coltura intercalare.

Su queste due foraggere esistono ancora questioni da approfondire: talune particolarità di tecnica per l'erba medica, considerata sia in coltura asciutta, sia in coltura irrigua (epoca di semina, quantità di seme, concimazione, possibilità di consociazioni temporanee, ecc.); studio dei più opportuni miscugli e delle concimazioni per il prato di veccia e avena.

Tutto questo senza tener conto della opportunità di uno studio su varietà di medica e di veccia, da considerare rispetto ai rendimenti che è possibile ottenere nelle differenti condizioni in cui si è costretti ad operare.

Di non minore importanza si rivela lo studio biologico-colturale di altre foraggere, quali: sulla, trifogli e soprattutto miscugli di prati polifiti.

Infine si presenta il problema degli erbai, considerati sia per coltivazioni a semine autunno-vernine, sia per coltivazioni irrigue primaverili-estive. Studio di specie e varietà: dalla favetta al pisello da foraggio, dai sorghi ai granturchi, dalla Vigna sinensis alla soja, alle stizolobie ecc.; studio delle consociazioni e quindi dei miscugli, densità di semina, particolari aspetti di tecnica colturale (concimazione): rappresentano tutte questioni da avviare a soluzione.

6. — Piante industriali.

Allo stato attuale può dirsi che ben scarsa è la coltivazione di piante industriali in Sardegna: seguendo le statistiche poco più di Ha 700 a

lino, poco più di un centinaio di ettari a tabacco e una cinquantina di ettari ad arachide, ai quali si aggiungono limitate coltivazioni di cotone, condotte, si può dire, a titolo di prova. Per una certa parte è da considerare « industriale » la coltura del pomodoro, che tra superficie integrante e ripetuta occupa Ha 2700.

È fuori di dubbio che l'interesse per le colture industriali è sentito in Sardegna. Estendendo l'irrigazione, come abbiamo già detto, si pone il problema della sarchiata e non sarà certo la sola barbabietola da zucchero a risolvere il problema, quando si consideri che in un prossimo futuro un solo zuccherificio entrerà in funzione (a Oristano). Sorge la necessità di studiare altre colture, quali le tessili (cotone) e le oleaginose (non escluso il ricino), e di portare maggiore attenzione al tabacco e al pomodoro.

In coltura asciutta il lino da seme potrà trovare maggiore diffusione.

Per tutte queste piante si tratta di identificare le zone che per caratteristiche di ambiente meglio si prestano e poi di precisare quali le varietà più adatte, quale la concimazione, quali gli accorgimenti colturali più idonei.

Specifica importanza dev'essere attribuita al cotone. Per questa pianta, tra l'altro, si pone il non facile problema della ricerca di una o più razze specificamente adatte all'ambiente, di razze precoci ma di pregio, che riescano a maturare prima del sopraggiungere delle piogge autunnali.

7. — Colture orticole.

In zone più favorite per condizioni ambientali esiste la possibilità di intensificare produzioni orticole di pregio, anche di quelle che assumono la funzione di colture orticole « da pieno campo ». Basta ricordare l'importanza assunta dal carciofo, che nel 1950 aveva raggiunto circa Ha 3700 e le cui produzioni precoci alimentano importanti mercati del continente. Oltre il carciofo, anche altre piante vanno esaminate: patata, pomodoro da tavola, cavoli, fagioli, piselli, eccetera.

Per queste coltivazioni si impone lo studio di particolari problemi di ordine biologico e colturale (scelta delle varietà, tecnica di coltivazione) se si vuol puntare su incrementi di produzione e soprattutto su produzioni fuori stagione.

8. — Possibilità di produzione di sementi di pregio.

È questo uno degli aspetti più interessanti del progredire dell'agricoltura sarda. Noi siamo convinti che nella produzione di sementi elette, per tutte le specie di grande coltura ed anche orticole, realizzate nello stesso

ambiente dove vengono coltivate, l'agricoltura sarda identifica fattore capace di grandi possibilità per il suo divenire. Occorre sperimentare allo scopo di accertare quali sono le zone nelle quali bisogna operare, quale la tecnica di produzione.

A parte il frumento, del quale già si occupa la Stazione fitotecnica dell'Istituto nazionale di genetica, di grande interesse si rivelano la fava, il pisello e il fagiolo, l'orzo e l'avena, talune foraggere come la veccia, la medica, la sulla, i mais, i sorghi; talune industriali come il cotone, il lino, il ricino; talune ortensi come il pomodoro, i peperoni, i cavoli, ecc.

Si devono intraprendere specifici lavori di miglioramento su tali piante con lo scopo di pervenire, si intende in più anni, alla scelta ed alla diffusione di stirpi adatte alle condizioni delle zone di coltura. Specificamente per le foraggere si impone anche lo studio particolare della flora dei pascoli, onde pervenire all'isolamento ed alla riproduzione di quelle specie di maggiore pregio, che possano contribuire al successivo miglioramento della flora medesima.

9. — Colture frutticole.

Non è il caso di sottolineare l'importanza che hanno queste coltivazioni. Particolari zone dell'Isola, che devono essere opportunamente scelte e studiate, offrono possibilità di coltivazione degli agrumi, del pesco, del melo, del pero, dell'albicocco, delle uve da tavola, ecc.

Si capisce che per ogni specie il primo problema riguarda la scelta delle varietà ed il comportamento biologico di esse rispetto alle condizioni di coltura. Sotto questo punto di vista si ravvisa anche la necessità di intraprendere studi sull'impiego dell'irrigazione a particolari coltivazioni.

Nella grande coltura asciutta è sentito il bisogno di occuparsi più specificamente dell'olivo, della vite, del mandorlo: per queste coltivazioni l'approfondimento di particolari aspetti biologico-colturali si rivela necessario.

Non parliamo della quercia da sughero, che impone l'esame di un complesso di problemi particolari. Per questa pianta sembra che si tenda all'istituzione di un apposito Centro sperimentale, tenuto conto dell'importanza che la subericoltura assume per la Sardegna.

***

Abbiamo tracciato per sommi capi i compiti che devono essere assolti dalla auspicata sperimentazione agraria in Sardegna. Più precisamente ci siamo occupati di problemi agronomici. Non abbiamo toccato argomenti riguardanti altre materie, che non sono di nostra specifica competenza. Compiti agronomici, comunque, tutt'altro che semplici, da considerare non ciascuno a sè stante, ma da coordinare in un unico piano, allorquando gli Organi competenti potranno dare vita all'invocata sperimentazione.

Come e da chi devono essere assolti questi compiti?

Nella primavera dello scorso anno, fin dai primi giorni della nostra attività in Sardegna, ribadimmo la necessità, già sentita invero da autorevoli esponenti della agricoltura dell'Isola, di intraprendere la sperimentazione, da svilupparsi con gradualità, per lo studio dei più importanti problemi che abbiamo prospettato.

E partendo dalla constatazione che non esiste in Sardegna un Istituto di sperimentazione agraria, abbiamo proposto all'Assessorato dell'Agricoltura della Regione di dare vita ad un « Centro di sperimentazione agraria » annesso all'Istituto di Agronomia e Coltivazioni della Facoltà di Agraria di Sassari, che superata la fase d'impianto, va sempre più attrezzandosi ed è oggi in grado di assumere compiti di ricerca e di sperimentazione. Il prospettato « Centro » agirebbe con l'impianto di tre aziende-sperimentali: una nel Campidano, una in provincia di Nuoro, una nella Sardegna settentrionale, in maniera da condurre lo studio dei diversi problemi, prevedendo inoltre l'istituzione di altri campi sperimentali, da impiantare per specifici problemi in particolari zone, secondo le necessità.

Ci auguriamo che il pogramma presentato venga favorevolmente accolto, nell'interesse dell'agricoltura, che in Sardegna deve essere potenziata ed adeguata ai progressi della Scienza e della Tecnica.

Sassari, marzo 1953.

Istituto di Industrie agrarie e di Chimica agraria
dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. V. Morani)

Sulla determinazione dei cationi scambiabili nei terreni con particolare riguardo ai terreni della Sardegna.

NOTA I. - Studi comparativi sui metodi più correnti e moderni di dosaggio del sodio e potassio

Erminio Giovannini
(Incaricato di Chimica generale e inorganica)

I mezzi d'indagine, usualmente impiegati per la misura delle disponibilità basiche del suolo, non sempre rispondono agli scopi pratici; di qui la molteplicità dei metodi analitici e l'eterogeneità dei risultati.

Note comparative di notevole portata hanno già arricchito in questi ultimi anni lo nostra bibliografia di un corredo prezioso di referti analitici, alcuni dei quali, i più utili, con riferimento ad esperienze colturali in campo.

È già noto come il risultato della determinazione delle basi scambiabili sia strettamente legato al sistema di eluzione delle basi stesse dal terreno dipendendo oltrechè dalla natura dell'eluente e dalla sua concentrazione dal suo grado di dissociazione.

Pertanto, prescindendo anche dal metodo di dosaggio, questa molteplicità dei processi d'estrazione porta inevitabilmente ad estratti quasi sempre di concentrazione diversa e quindi a risultati che, pur espressivi sull'ordine di grandezza delle dotazioni scambiabili del suolo, peccano tuttavia di esattezza.

Non meno numerosi sono i metodi di dosaggio, suggeriti caso per caso: soltanto per il potassio sono stati proposti più di 15 metodi chimici e fisici, impostati su reazioni di precipitazione diverse nonchè su misure fotometriche.

Da qualche anno i metodi fisici d'indagine si sono seriamente imposti nei laboratori di ricerche chimico-agrarie, grazie alla rapidità e precisione di esecuzione. Già dal 1948 la fotometria « alla fiamma » venne applicata con buoni risultati alla determinazione dlela capacità di scambio (1). Da

ricordare gli studi recenti di M. Fieldes e collaboratori (2) sulla determinazione dei cationi scambiabili nei terreni e nelle argille, e sopratutto le ricerche compiute dall'Istituto di Chimica Agraria di Bologna (3), nelle quali si è pure intravista la possibilità di estendere il metodo alla determinazione del titolo dei concimi potassici; inoltre P. W. West e collaboratori (4) hanno esteso il procedimento all'analisi delle acque.

In vista della notevole speditezza che il metodo fotometrico « alla fiamma » offre di fronte ai metodi classici, gravimetrici e volumetrici, il più delle volte di lunga esecuzione ed imprecisi, e in considerazione della notevole somma di lavoro, che questo Istituto è stato chiamato ad assolvere nell'ambito della pedologia sarda, non ho creduto vano prendere in esame il metodo fotometrico « alla fiamma » comparativamente ai metodi tutt'ora correnti di eluzione e dosaggio del sodio e del potassio scambiabili nel suolo.

PARTE SPERIMENTALE

a) Eluzione e dosaggio del sodio scambiabile.

Già O. Bottini (5) espletò un'indagine relativa al contenuto in basi scambiabili su alcuni terreni italiani e A. De Dominicis (6) fissò alcune interessanti correlazioni fra i tenori in sodio e i problemi pedologico-agrari dell'Italia meridionale. Più recentemente V. Morani e G. Stradaioli (7) hanno pubblicato i dati relativi al sodio scambiabile contenuto in 343 campioni di terreni.

Il problema del sodio scambiabile è recentemente riaffiorato in considerazione del fatto che la coltura della bietola da zucchero, oltre ad altre colture, si è dimostrata molto esigente di sodio.

Fra i vari eluenti usati per l'estrazione, dai sali di ammonio quali l'acetato (8) e il cloruro (9) all'idrato di bario (10) e all'acido acetico seminormale (11), i risultati sono abbastanza concordanti, fatta eccezione per i terreni fortemente calcarei pei quali è previsto uno scarto del 10 % circa in eccesso, scarto che, secondo V. Morani (7), è da imputare alla neutralizzazione dell'acido acetico con il calcio e alla conseguente attivazione del doppio scambio, dovuta alla ionizzazione del calcio.

Data l'importanza del sistema di estrazione ho preso in esame tre eluenti diversi: l'acetato di ammonio, l'acido acetico seminormale, l'acido acetico normale.

L'eluzione acetica è la più semplice nonchè la più rapida: in un matraccio da cc. 500 gr. 10 di terra, seccata all'aria e campionata al vaglio di 2 mm, vengono addizionati di cc. 200 di acido acetico normale o seminormale. Cessata l'eventuale affervescenza, si agita meccanicamente per un'ora, indi si decanta il liquido su filtro, previamente lavato con lo stesso acido e il filtrato, così ottenuto, si sottopone al dosaggio fotometrico.

La liscivazione con acetato di ammonio è più laboriosa in quanto comporta, oltre alla preparazione della soluzione estrattiva in stato di purezza, una calcinazione per l'eliminazione dell'NH_4, e la successiva dissoluzione del residuo in HCl 0,2 N. In questo sistema di eluzione del sodio con acetato di NH_4 mi sono adeguato in parte ai lavori originali di M. Fieldes (2): gr. 10 di terreno, essicato all'aria e passato al vaglio di 2 mm, vengono lisciviati con cc. 250 di acetato di NH_4 N/1 (pH = 7); si evapora la lisciviatura sino a ridurla a piccolo volume, si porta quindi a secco in capsula. Il residuo viene ripreso con acido cloridrico standard e sulla soluzione cloridrica, previa eventuale filtrazione, si esegue il dosaggio fotometrico e, se necessario, anche il dosaggio del totale delle basi scambiabili titolando l'eccesso di HCl con NH_3 standard, con indicatore rosso di metile: così per 10 gr. di terra il numero di cc. di HCl 0,2 N impiegati, moltiplicato per 2, fornisce direttamente le basi scambiabili totali espresse in milliequivalenti per 100 gr. di terra.

Questo dosaggio eseguito col fotometro « alla fiamma » è estremamente semplice: la curva di taratura, costruita sulla base di soluzioni tipo, mostra un andamento lineare e pertanto, con una semplice proporzione, si risale alla concentrazione in p.p.m. e da questa al contenuto in base scambiabile, espresso in milliequivalenti per 100 gr. di terra.

I dati sperimentali, relativi al sodio, sono riassunti nella tabella 1, ove sono messi in rilievo i valori ottenuti con i diversi eluenti.

b) Eluzione e dosaggio del potassio scambiabile.

Già nella parte generale si è detto della molteplicità dei metodi di estrazione nonchè di determinazione delle disponibilità potassiche: dal metodo oltremodo laborioso di Wolk e Troug all'acetato di ammonio si passa a quelli al cloruro di ammonio N/10 e N/5 di Saidel e rispettivamente di Vageler-Alten, e a quello al cloruro sodico di Krauss, Bondorff e Nehring.

Tabella 1: Sodio

N. di protocollo	Indice pedologico	Località	Giacitura	Natura del terreno	Reazione in pH (1)	Calcare % (2)	Sodio scambiabile in milliequivalenti per 100 gr. di terra — Dosaggio fotometrico: Eluente: acido acetico N/1	Eluente: acido acet. N/2 (secondo R. Williams)	Eluente: ac. ammonico N/1 (secondo M. Fieldes)
28	BA	NURRA (ROMANEDDA)	Piano	Argilloso - Limoso - Brecciolinoso.	7,9	0,59	2,70	2,78	2,22
30	BC	» »	«	Argilloso su travertino	7,5	tracce	0,32	0,33	0,47
31	BD	» »	«	Argilloso-Siliceo	6,8	»	0.34	0,32	0,34
32	BE	» »	Leggero declivio	Limoso - Argilloso - Umifero.	7,2	»	0,35	0,32	0,40
34	BG	» »	» »	Limoso - Argilloso - Brecciolinoso su dolomite.	7,1	»	0,34	0.29	0,33
35	BH	» »	» »	Sabbioso - Argilloso - Brecciolinoso.	6,5	»	0,34	0,32	0,37
36	BI	» »	» »	Sabbioso - Argilloso - Quarzoso - Calcareo - Brecciolinoso.	6,3	ass.	0,21	0,19	0,20
41	AD	» »	Piano valle	Argilloso - Limoso	7,5	tracce	2,23	1,96	1,87
47	AI	» »	» Sottosuolo	Sabbioso - Limoso	6,5	»	0,31	0,29	0,23
67	BO	NURRA (LAZZARETTO)	Declivio	Umifero	7,7	37,60	1,92	1,74	1,61
71	BS	» »	Fondovalle	Argilloso - Sabbioso	7,7	tracce	0,33	0.32	0,47
73	BU	» »	Declivio	Argilloso - Sabbioso - Calcareo.	7,9	52,60	2,61	2,07	2,10
79	C_3 Sp	» »	» 15 %	Sabbioso	7,4	tracce	0,19	0,20	0,23
80	C_3 St	» »	Sottosuolo 60 cm.	»	7,9	5,40	0,87	0,82	0.71
81	C_4	» »	Declivio 10 %	Sabbioso - Leggermente argilloso	7,9	6,70	1,03	1,04	1,16

segue Tabella 1: Sodio

N. di protocollo	Indice pedologico	Località	Giacitura	Natura del terreno	Reazione in pH (1)	Calcare % (2)	Sodio scambiabile in milliequivalenti per 100 gr. di terra — Dosaggio fotometrico: Eluente: acido acetico N/1	Eluente: acido acet. N/2 (secondo R. Williams)	Eluente: ac. ammonico N/1 (secondo M. Fieldes)
82	C_5 Sp	» »	» 10 %	Sabbioso - Argilloso	7,5	35,80	1,95	1,71	1,73
83	C_5 St	» »	Sottosuolo 60 cm.	Calcare sciolto	7,9	71,80	2,38	1,78	2,31
56	AI	ORTACESUS	Piano	Limoso - Argilloso - Umifero	7,9	8,60	1,57	1,48	1,66
59	AN	» »	» Alluvionale	Argilloso - Limoso - Umifero	7,9	4,60	1,13	1,12	1,12
61	AP	» »	» »	» » »	7,9	12,30	1,36	1,43	1,12
62	AQ	» »	» Alluvionale	» » »	7,7	15,50	1,77	1,74	1,79
63	AR	GUASILA	» »	» » »	7,9	19,70	1,99	1,94	2,15
50	AC	SENORBI'	«	Sabbioso - Argilloso	7,5	2,30	0,41	0,41	0,38
51	AD	» »	«	» »	7,8	26,50	1,62	1,55	1,22
54	AG	» »	Piano	Limoso - Argilloso - Umifero.	7,9	9,70	1,16	1,08	1.09
55	AH	» »	»	» » »	7,8	4,20	0,73	0,74	0,63
75	—	NUORO (BITTI)	—	— — —	6,5	ass.	0,52	0,49	0,47

(1) Il pH è stato determinato per via colorimetrica col comparatore di Hellige, previo controllo degli indicatori con le soluzioni tampone del Palitzsch. Per maggiori dettagli vedi: Morani, V., *L'Industria saccarifera Italiana*, Anno XLIV - n. 7-8 luglio-agosto 1951.

(2) La determinazione del calcare è stata eseguita con calcimetro Scheibler, previo un saggio preliminare in provetta, che ha lo scopo di decidere sul peso di terra da sottoporre all'esame calcimetrico. Per notizie più dettagliate vedi Nota precedente.

N. B. - St.: Sottosuolo — Sp: Soprasuolo.

Tabella 2: POTASSIO

N. di protocollo	Indice pedologico	Località	Giacitura	Natura del terreno	Reazione in pH (1)	Calcare % (2)	Potassio scambiabile in milliequivalenti per 100 gr. di terra			
							Dosaggio sedimetrico	Dosaggio fotometrico		
							Eluente: soluzione di Krauss diluita (3)	Eluente: acido acetico N/1	Eluente: acido acetico N/2 secondo R. Williams	E uente: acetato ammonico N/1 (secondo M. Fieldes) (4)
30	BC	NURRA (ROMANEDDA)	Piano	Argilloso su travertino	7,5	tracce	0,46	0,90	0,84	0,75
31	BD	» »	«	Argilloso-Siliceo	6,8	»	0,81	0,80	0,75	0,81
32	BE	» »	Leggero declivio	Limoso - Argilloso - Umifero	7,2	»	0,85	0,92	0,90	0,86
33	BF	» »	» »	Argilloso - Sabbioso - Calcareo.	7,8	19,50	0,51	0,44	0,40	0,49
34	BG	» »	» » Su dolomite	Limoso - Argilloso - Brecciolinoso	7,1	tracce	0,41	0,32	0,30	0,32
35	BH	» »	Leggero declivio	Sabbioso - Argilloso - Brecciolinoso	6,5		0,37	0,49	0,46	0,41
36	BI	» »	» »	Sabbioso - Argilloso - Quarzoso - Calcareo - Brecciolinoso	6,3	ass.	0,28	0,28	0,26	0,29
40	AC	» »	Piano valle	Argilloso - Limoso	7,5	52,90	1,15	1,09	1,04	1,12
41	AD	» »	» »	» »	7,5	tracce	0,30	0,30	0,30	0,45
42	AE	» »	» »	» »	7,5	64,40	0,20	0,30	0,24	0,20

segue Tabella 2: POTASSIO

N. di protocollo	Indice pedologico	Località		Giacitura	Natura del terreno	Reazione in pH (1)	Calcare % (2)	Potassio scambiabile in milliequivalenti per 100 gr. di terra			
								Dosaggio sedimetrico	Dosaggio fotometrico		
								Eluente: soluzione di Krauss diluita (3)	Eluente: acido acetico N/1	Eluente: acido acetico N/2 secondo R. Williams	Eluente: acetato ammonico N/1 (secondo M. Fieldes) (4)
47	AI	»	»	» sottosuolo	Sabbioso - Limoso	6,5	tracce	0,47	0,27	0,25	0,31
67	BO	NURRA (LAZZARETTO)		Declivio	Umifero	7,7	37,60	0,37	0,33	0,29	0,26
73	BU	»	»	«	Argilloso - Sabbioso- Calcareo	7,9	52,60	0,43	0,36	0.33	0,48
76	C_1Sp	»	»	Sommità collina	Sabbioso - Argilloso	7,7	24,00	0,35	0,43	0,37	0,58
77	C_1 St	»	»	Sottosuolo 60 cm.	Limoso - Sabbioso - Calcareo	8,1	73,60	0,20	0,10	0,10	0,11
78	C_2	»	»	Piano valle	Sabbioso - Argilloso	7,9	17,20	0,26	0,41	0,37	0,40
79	C_3 Sp	»	»	Declivio 15 %	Sabbioso	7,4	tracce	0,37	0,31	0,31	0,33
80	C_3 St	»	»	Sottosuolo 60 cm.	»	7,9	5,40	0,17	0,30	0,28	0,30
81	C_4	»	»	Declivio 10 %	Sabbioso - leggermente argilloso	7,9	6,70	0,82	0,94	0,95	0,93
82	C_5 Sp	»	»	» 10 %	Sabbioso - Argilloso	7,5	35,80	0.42	0,61	0,55	0,42
83	C_5 St	»	»	Sottosuolo 60 cm.	Calcareo sciolto	7,9	71,80	0,16	0,20	0,19	0,09
84	C_6	»	»	Piano valle	Sabbioso - Argilloso	7,6	8,00	0,27	0,56	0,50	0,24

segue Tabella 2: POTASSIO

N. di protocol'o	Indice pedologico	Località	Giacitura	Natura del terreno	Reazione in pH (1)	Calcare % (2)	Potassio scambiabile in milliequivalenti per 100 gr. di terra			
							Dosaggio sedimetrico	Dosaggio fotometrico		
							Eluente: soluzione di Krauss diluita (3)	Eluente: acido acetico N/1	Eluente: acido acetico N/2 secondo R. Williams	Eluente: acetato ammonico N/1 (secondo M. Fieldes) (4)
56	AI	ORTACESUS	Piano	Limoso - Argilloso - Umifero	7,9	8.60	0.32	0,49	0.45	0,38
59	AN	» »	» Alluvionale	Argilloso - Limoso - Umifero.	7,9	4.60	0.27	0,71	0.57	0,41
61	AP	» »	«	» » »	7,9	12.30	0,31	0.68	0,63	0,29
62	AQ	» »	» Alluvionale	» » »	7,7	15,50	0,41	0.85	0.76	0,41
63	AR	GUASILA	» »	» » »	7,9	19,70	0,47	0,65	0,60	0,66
50	AC	SENORBI'	«	Sabbioso - Argilloso	7,5	2,30	0,31	0.55	0,46	0,41
51	AD	» »	«	« »	7,8	26.50	0,31	0,64	0.60	0,41
75	—	NUORO (BITTI)			6,5	ass.	0,27	0.17	0.17	0,17

(1) e (2) Vedi Tab. 1.

(3) Questo reattivo consta di 2 soluzioni A e B che vengono mescolate volume a volume poco prima dell'uso:
Soluzione A: Si sciolgono in 1 litro gr. 120 di NaCl puro e gr. 10 di $HgCl_2$, si aggiungono poi gr. 10 di MgO e si agita;
Soluzione B: Si prepara a parte un litro di soluzione satura di MgO.

(4) L'acetato di ammonio si ottiene unendo volume a volume soluzioni 2 N di Acido acetico e rispettivamente di Idrato di ammonio. La soluzione deve essere assolutamente esente da Sodio e deve avere un pH — 7.

Più recentemente S. Campanile (12) ha applicato, con qualche variante e realizzando buoni risultati, il procedimento « sedimetrico » di Riehm (13). Questo metodo si fonda sulla estrazione del potassio scambiabile con la soluzione di J. Krauss (14) e sul dosaggio per via sedimetrica come cobalti-nitrito potassico. Dagli studi comparativi di S. Campanile non emergono strette correlazioni fra i risultati ricavati per via fitochimica col metodo Neubauer e quelli conseguiti col procedimento Riehm-Krauss, il quale mostra invece una buona concordanza col metodo Egner (15) al lattato di calcio e con quello di W. Kelley e S. Brown (16) al cloruro ammonico N/1.

Nella tabella 2 sono riuniti i dati relativi al potassio scambiabile, dosato per via Krauss-sedimetrica e per via fotometrica, previa estrazione con gli eluenti acetato ammonico N/1, acido acetico N/1, e acido acetico N/2.

c) Risultati.

Come risulta dalla tabella 1, la natura e la concentrazione dell'eluente incidono solo in parte sull'estrazione del sodio scambiabile: nei terreni tipicamente calcarei l'estratto acetico porta di regola a valori più elevati di quelli che si hanno con l'acetato di ammonio.

Anche per il potassio (vedi tabella 2) emerge una soddisfacente uniformità fra i risultati registrati col reattivo di Krauss e con l'acetato.

Il metodo sedimetrico, proposto da S. Campanile, viene qualificato quindi una volta di più, ma non vi è dubbio sui notevoli vantaggi del procedimento fotometrico, il quale merita seriamente di essere introdotto anche in Italia come metodo ufficiale per indagini seriali. Per l'eluzione del terreno si consiglia l'acetato ammonico N/1 e per un lavoro più spedito anche l'acido acetico N/2, già proposto da R. Williams, che fornisce spesso dati abbastanza concordanti.

È da rilevare infine come fra terreni di analoga costituzione fisica sussista una correlazione fra contenuto in basi scambiabili e PH: per il sodio ad esempio da un contenuto massimo di 2,70, registrato in un terreno con valore di PH 7,9, si scende gradualmente a 1,92, 0,52 e 0,21 m.e/1000 gr. terra in terreni con valori di PH 7,7, 6,5 e 6,3 rispettivamente.

RIASSUNTO

Vengono esaminati e messi a raffronto i metodi più correnti di eluzione e dosaggio delle dotazioni basiche del suolo.

I risultati conseguiti con l'acido acetico N/1 concordano, entro determinati valori di pH, con quelli ottenuti con altri eluenti già noti, suggeriti da R. Williams e da Schollenberger; per i terreni decisamente calcarei si riscontrano delle anomalie, che vanno imputate ad un'attivazione del doppio scambio, conseguente alla ionizzazione del calcio, operata dall'elunte.

Il dosaggio dell'estratto, eseguito col fotometro « alla fiamma », si è dimostrato più vantaggioso dei classici metodi ponderali e di quelli più recenti gravi-sedimetrici. Il vantaggio risiede nel fatto che sullo stesso estratto, senza preventive separazioni, si possono determinare in serie e con notevole speditezza il sodio e il potassio: un analista, coadiuvato da un tecnico, può eseguire oltre trenta determinazioni per ora.

BIBLIOGRAFIA

(1) Gilbert, P. T. - Jr. 1948. Determination of sodium and calcium by flame photometry. Nat. Tech. Lab. Bul. T. P. 1248-1; Myers, A. T., Dyal, R. S. and Borland, J. W. - 1948. The flame photometer in soil and plant analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. (1947) 12: 127 - 130. — Toth, S. J., and Prince, a L. 1949. Estimation of cation-exchange capacity and exchangeable Ca, K, and Na contents of soil by flame photometer techniques. Soil Sci. 67: 439 - 445; Mosher, R. E., Bird, E. J., and Boyle, A. J. 1950. Flame photometric determination of calcium in brucite and magnesite. Analyt. Chem. 22: 715 - 717.
(2) Soil Sci., 1951, 72, p. 219: 1952, 74, p. 287.
(3) Gelli, P. - Ann. Staz. Chim. Agr. Roma, 1951, n. s. Vol. VI, n. 2, 347 - 365.
(4) Application of flame spectrophotometry to water analysis. Analyt. Chem. 22:667 - 670 (1950.
(5) Ann. Facoltà Agraria Napoli, 1938, s. III - p. 71.
(6) Atti II Raduno Tecn. Agr. Mezzogiorno, Portici, 1933 - p. 211.
(7) Ann. Staz. Chim. Agr. Roma, 1951, n. s., V, n. 6, 1447 - 1446.
(8) Bray, R. H. - Journ. Amer. Soc. Agronomy, 1928, 20, p. 1160.
(9) Piper, C. S. - Journ. Agr. Scienze, 1932, 22, p. 676.
(10) Puri, A. N. - Soil Sci., 1935, 40, p. 159.
(11) Williams, R. - Journ. Agric. Scienze, 1930, 20, p. 355.
(12) Ann. Staz. Chim. Agr. Roma, 1950, s. III, Pubblic. n. 37.
(13) Zeitschr. Pflanz., 1935, 39.
(14) Die Gartenbauwissenschaft, 1934, 8.
(15) Bodenk. Pflanz., 1940, 21, 22.
(16) Soil. Sci., 1925, 20.

Sassari, maggio 1953.

Istituto di Industrie agrarie e di Chimica agraria
dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. V. MORANI)

Sulla determinazione dei cationi scambiabili nei terreni con particolare riguardo ai terreni della Sardegna.

NOTA 2. - Capacità totale di scambio e grado di saturazione basica.

ERMINIO GIOVANNINI
(Incaricato di Chimica generale e inorganica)

La fertilità chimica è legata al dinamismo dello scambio ionico fra terreno e soluzioni circolanti.

Come è già noto gli scambiatori di ioni, che presiedono ai fenomeni di adsorbimento dei cationi per doppio scambio nel suolo, sono degli acidoidi, costituiti prevalentemente da colloidi elettronegativi, minerali organici ed organo-minerali, allo stato di geli o di flocculati, quali l'argilla colloidale, i colloidi umici ed argillo-umici che, nei terreni allo stato naturale, si trovano in condizioni di saturazione incompleta. Hissink (1), che per primo introdusse il concetto di saturazione basica, considerava che il terreno è da ritenersi completamente saturato solo se portato ad equilibrio con una soluzione normale di idrato di bario ad un elevato valore di pH, quale di fatto in campo raramente si verifica. Successivamente altri studiosi hanno preso in considerazione equilibri fra suolo e soluzioni saline a valori di pH più aderenti alla realtà agronomica. Lo stato di equilibrio, che si stabilisce rapidamente fra adsorbente e adsorbendo è regolato nel suo andamento quantitativo dalla nota relazione:

$$\frac{Np}{U} = K \left(\frac{N_1}{U}\right)^{\frac{1}{p}}$$

dove: Np = quantità di ioni scambiati in m.e.;
N_1 = quantità di cationi nella soluzione all'equilibrio in m.e.;
U = quantità di cationi della micella scambiatrice in m.e.;
K e $\frac{1}{p}$ = costanti dipendenti dalla natura dell'adsorbente ed adsorbendo.

Pei terreni delle regioni umide, dove il calcio è il catione scambiabile, che presenta le più ampie variazioni, secondo Bradfield ed Allhison (2) lo stato di saturazione totale si definisce al punto di equilibrio con un eccesso di $CaCO_3$ alla pressione della CO_2 esistente nell'atmosfera e ad una temperatura di 25° C, cioè ad un valore di pH di 8,3.

La capacità totale di scambio (valore T di Hissink) esprime il totale dei cationi scambiabili, presenti nel terreno a saturazione avvenuta, ad equilibrio raggiunto cioè fra terreno e soluzione saturante; dato che l'adsorbimento degli ioni basici aumenta col crescere del pH della soluzione saturante, si dovrebbe sempre indicare il pH di questa nell'esprimere i dati analitici sulla capacità totale di scambio e sul grado di saturazione basica.

I metodi per la misura della capacità totale di scambio comportano, com'è noto, la liscivazione del terreno con una soluzione salina, regolata al pH prescelto, finchè tutti gli ioni idrogeno, sostituibili fino al raggiungimento della saturazione, passino per scambio nella soluzione eluente. Fra i numerosissimi metodi di determinazione merita attenzione quello di Chapman e Kelley (3), consigliato per la prima volta da Schollenberger ed ormai usato da molti sperimentatori: il terreno viene lisciviato con acetato di ammonio neutro e dalla quantità di ammonio adsorbito, determinato per spostamento con carbonato sodico, si risale alla capacità totale di scambio T.

Il totale degli ioni basici scambiabili (valore S di Hissink), esistenti nel terreno allo stato naturale, in condizioni cioè di parziale saturazione può essere anch'esso determinato con diversi procedimenti, fra i quali è da ricordare quello di Bray e Willhite (4): si liscivia il terreno con acetato di ammonio, si evapora e succesivamente si calcina onde distruggere l'eccesso di eluente, mentre gli acetati dei cationi scambiabili vengono trasformati in carbonati od ossidi, sui quali si esegue la determinazione, previa dissoluzione in acido cloridrico standard. Il vantaggio di questo metodo rispetto agli altri risiede nel fatto che la presenza di sali solubili nel terreno non interferisce nella determinazione. Sul trattamento del terreno con acido cloridrico 0,1 e 0,05 N., e successivo dosaggio dell'eccesso di acido con alcali di pari normalità, si fondano i metodi di Kappen e di Schofield (5).

In funzione dei valori S e T di Hissink, così determinati, si calcola il grado di saturazione basica dal rapporto

$$\frac{S}{T} \cdot 100$$

Partendo dal valore dell'acidità idrolitica, che secondo Kappen esprime in sostanza la differenza T—S, il grado di saturazione basica può aversi anche dal rapporto

$$\frac{S}{(T - S) + S} \cdot 100$$

I terreni a reazione alcalina (da pH 8,0 a pH 8,5) hanno il grado di saturazione massimo 100.

Scopo del lavoro è quello di applicare la fotometria « alla fiamma » alla determinazione della capacità totale di scambio e del grado di saturazione basica dei terreni, seguendo i criteri che informano i metodi degli Autori americani anzidetti, e di integrare così il primo contributo apportato alla determinazione delle basi alcaline (6).

PARTE SPERIMENTALE (*)

Le determinazioni interessano una serie di 22 terreni acalcarei, con valori di pH compresi fra 6,0 e 7,0 ed esenti da sali solubili, prelevati per la gran parte sul versante occidentale della Sardegna, nelle zone della Nurra e del Campidano.

a) Eluzione del terreno.

Gr. 10 di terreno, essicato all'aria e passato al vaglio di 2 mm., vengono lisciviati con cc. 250 di acetato di NH_4 N/1 a pH = 7; la durata dell'estrazione si aggira sui 60′ ed è accompagnata da agitazioni saltuarie

Sul filtrato si determinano il valore S di Hissink ed i singoli cationi scambiabili, sul terreno residuo la capacità totale di scambio T.

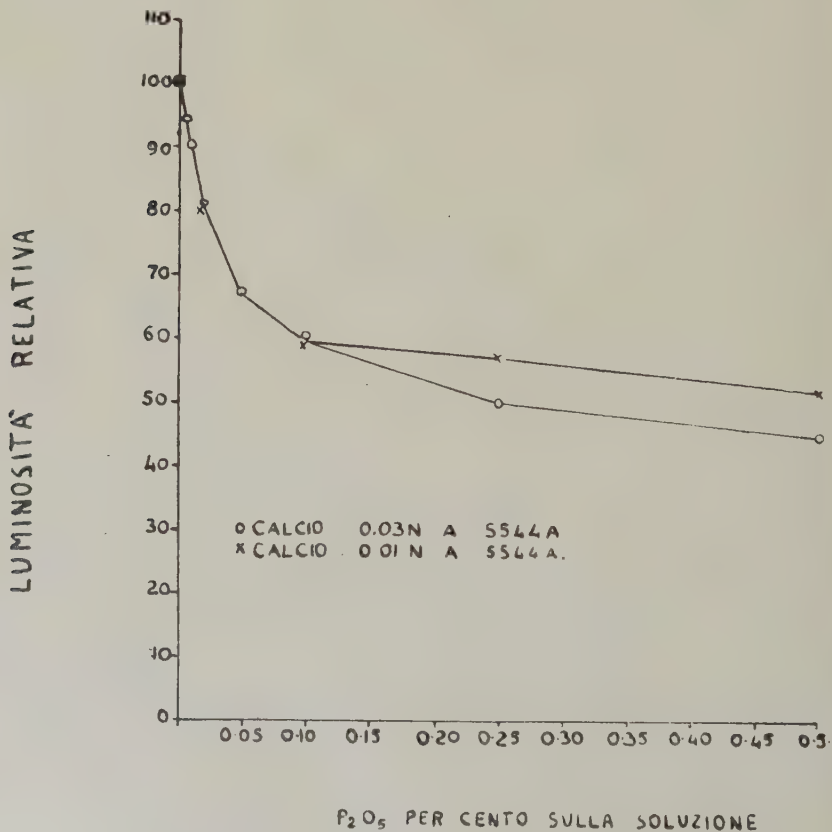
b) Determinazione del valore S di Hissink.

Il totale degli ioni basici scambiabili, presenti nel terreno allo stato naturale, viene determinato come segue, secondo il metodo di Bray e Willhite, recentemente modificato da Fieldes e collaboratori (7): si evapora la lisciviatura proveniente da a) a piccolo volume, si porta quindi a secco in capsula e si calcina in muffola a 550° C. Il residuo viene ripreso con 20 cc. di HCl 0,2N (o più se le basi scambiabili totali oltrepassano i 30 m.e./100 gr. di terra), e sulla soluzione cloridrica si dosa l'eccesso di acido con NH_3 0,2N usando come indicatore il rosso di metile: il numero di cc. di HCl 0,2N impiegati, moltiplicato per 2, fornisce le basi scambiabili totali, espresse in milliequivalenti per 100 gr. di terra.

(*) Nell'esame fotometrico delle basi scambiabili e nella determinazione della argilla sono stato coadiuvato dalla dott. G. Dore.

c) Determinazione fotometrica delle basi scambiabili.

Sulla lisciviatura che ha servito, come sopradetto, alla determinazione di S, si dosano successivamente i cationi scambiabili col fotometro « alla fiamma » della Casa E.E.L., il quale porta in dotazione tre filtri rispettivamente per il sodio, il potassio e il calcio ioni. È noto che una grande difficoltà è quella causata da interferenze che vengono a determinarsi fra ione e ione con conseguente variazione dell'intensità della luce emessa. A parità di ione interferente l'intensità luminosa varia col variare della concentrazione di questo in seno alla soluzione in esame. Fieldes e collaboratori (7) hanno constatato che i fosfati e il ferro, eventualmente trascinati nella lisciviatura durante l'eluzione, esercitano rispettivamente una depressione ed una esaltazione della luminosità del calcio e del magnesio e suggeriscono pertanto la loro eliminazione. I limiti di interferenza dei fosfati sono visibili nella fig. 1, qui riportata, estratta dal lavoro originale dell'Au-

tore. Anche l'apparecchiatura nonchè il tipo di fiamma usata incidono sui risultati; così ad es. l'interferenza fra sodio e potassio ioni è molto più marcata usando la fiamma ossi-acetilenica anzichè quella Bunsen.

Molti degli errori, connessi con l'uso del fotometro, possono essere superati alternando la lettura delle soluzioni in esame con quella della soluzione tipo. In considerazione di queste interferenze, all'estratto neutro proveniente da b), destinato al dosaggio delle basi scambiabili, si aggiunge una goccia di soluzione di $FeCl_3$ contenente 100 mgr. di ferro per cc. onde precipitare i fosfati, eventualmente si concentra, si alcalinizza con NH_3 1:1 in presenza di 2 cc. di acqua di bromo satura, e si porta all'ebollizione per qualche minuto mantenendo l'ambiente alcalino. In queste condizioni vengono insolubilizzati il ferro, l'alluminio ed il manganese eventualmente presenti. Si filtra a caldo in becker da 100 cc. e si lava con NH_4Cl al 2 %; si concentra e si tira a secco il filtrato con 10 cc. di HNO_3 conc., si riprende il residuo con 5 cc. di HCl 1:1, si porta nuovamente a secco e quindi in muffola per insolubilizzare la silice. Il residuo viene ripreso con 20 cc. di HCl 0,2N e sulla soluzione cloridrica, previa filtrazione, si dosano fotometricamente i singoli cationi di sodio, potassio e calcio (quando le basi scambiabili totali superano i 6 m.e./100 gr. di terra si diluisce 10 volte, aggiungendo, a mezzo buretta 18 cc. di HCl 0,2N a 2 cc. di soluzione preparata come sopra). Il magnesio può essere calcolato per differenza deducendo dal valore S di Hessink la somma Na + K + Ca.

d) Determinazione della capacità totale di scambio.

Si effettua questa determinazione sul terreno, precedentemente lisciviato con acetato di ammonio N/1: si lava ripetutamente per decantazione con alcool etilico al 60 % fino a completa eliminazione dell'acetato; 300 cc. di alcool sono di solito sufficienti per conseguire lo scopo. Si asporta quindi l'ione NH_4 adsorbito lisciviando prima con K_2SO_4 N/1 fino a raccogliere un litro di lisciviatura. Lo scambio dell'NH_4 col K ione è piuttosto lento, specialmente per i terreni pesanti. Un litro di estratto è generalmente sufficiente a spostare tutto l'NH_4 scambiabile dai terreni leggeri o medi; per i terreni argillosi è indispensabile continuare l'eluzione fino ad avere un litro e mezzo e talora anche più di lisciviatura. Si mette quindi un'aliquota, di regola 200 cc., dell'estratto in un matraccio da un litro, si aggiungono 2-3 gr. di ossido di magnesio e si distilla l'NH_3 rac-

Località	N. di protocollo	Indice pedologico	Natura del terreno	Giacitura e stato colturale
NURRA (ROMANEDDA)	31	BD	Argilloso - Siliceo	Piano, pascolo cespugliato
» »	36	BI	Sabbioso - Argilloso - Roccioso	Leggero declivio
» »	39	AB	Argilloso - Limoso - Roccioso	» »
» »	45	AH	Argilloso - Siliceo	» »
» »	46	AI St	Argilloso - Sabbioso	» »
» »	47	AI Sp	Sabbioso - Limoso	» »
NURRA (LAZZARETTO)	93	CB	Sabbioso - Argilloso	Fondo valle
» »	94	CI	» »	»
» »	102	[illegible]	Limoso - Sabbioso	»
» »	105	EN	Argilloso - Sabbioso	Declivio
» »	144	EI	» »	Seminativo
CAMPIDANO (ARBOREA)	154		Sabbioso	Piano, seminativo
» »	158		»	
» »	159		» - Argilloso	Sottosuolo
» »	160		» »	Piano ondulato, prato naturale
» »	161		»	Piano, seminativo
CAMPIDANO (S. GAVINO)	204	BN	Sabbioso - Limoso - Ghiaioso	Piano rialzato, seminativo
» »	205	BO	» » »	» » »
» »	208	BR	Medio impasto	Piano seminativo
CAMPIDANO (PABILLONIS)	215	CB	Sabbioso - Argilloso	Leggero declivio, Grano
» »	231	CR	Sabbioso - Leggermente argilloso	» » »
» »	238	DA	Sabbioso - Limoso	Piano, seminativo

(1) Il Carbonio organico è stato determinato col metodo Walkley per ossidazione con soluzione N/1 di $K_2Cr_2O_7$ e H_2SO_4 conc., ritilolando l'eccesso di dicromato con $FeSO_4$ standard in presenza di difenilamina.

(2) Il pH è stato determinato per via elettrometrica col piaccametro di Beckman.
St: Sottosuolo — Sp: Soprasuolo.

pH (2)	Argilla %	Carbonio organico % (1)	Totale ioni metallici scambiabili in m. e/100 gr. terra (Valore S di Hissink)	Ioni metallici scambiabili in m. e/100 gr. terra				Capacità totale di scambio in m. e/100 gr. terra (Valore T di Hissink)	Grado di saturazione basica $\left[\frac{S}{T} . 100\right]$
				K	Na	Ca	Mg		
6.80	24.0	1.81	22.60	0.81	0.34	9.20	12.25	28.58	79.07
6.30	11.0	0.67	7.12	0.29	0.20	1.70	4.93	9.25	76.99
6.50	33.0	2.38	16.48	0.40	0.50	9.78	5.80	21.08	78.17
6.40	31.0	2.20	21.52	0.52	0.50	10.93	9.57	27.97	76.92
6.60	42.0	0.44	13.16	0.72	1.17	3.52	7.75	16.70	78.80
6.55	10.7	1.25	8.00	0.31	0.23	3.62	9.44	10.81	74.00
6.40	27.0	0.41	6.92	0.58	0.44	3.42	2.48	10.00	69.20
6.45	27.0	0.61	10.20	0.55	1.23	4.64	3.78	13,40	76.12
7.00	17.2	1.60	13.60	0.29	0.37	9.94	3.00	15.60	87.17
6.50	31.6	1.63	12.80	0.61	0.55	9.03	2.61	17.19	74.46
6.80	20.8	1.13	15.76	0.60	0.46	7.88	6.82	18.91	83.34
6.85	Terreni con oltre il 90% di sabbia	0.44	1.00	0.04	0.25	0.63	0.08	1.50	66.66
6.75		0.14	1.47	0.06	0.15	1.05	0.21	2.10	70.00
6.30		0.06	3.33	0.15	0.14	2.50	0.54	4.56	73.00
6.00		0.47	2.50	0.05	0.23	1.73	0.49	4.17	59.95
6.20		0.12	2.84	0.07	0.29	2.00	0.48	3.97	71.53
6.35	13.3	0.78	8.76	0.35	0.16	4.15	4.10	11.80	74.23
6.30	12.0	1.06	6.40	0.15	0.25	4.94	1.06	10 00	64.00
6.85	30.0	0.61	17.56	0.48	0.33	7.05	9.70	20.20	86.93
6.20	19.5	1.20	7.64	0.69	0.91	3.52	2.52	10.92	69.96
6.30	7.0	0.58	4.68	0.13	0.23	1.19	3.14	6.17	78.85
6.00	20.7	1.02	7.00	0.24	0.35	5.00	1.41	11.00	63.63

cogliendo il distillato su un volume noto (30 cc.) di HCl 0,04 N; si titola l'eccesso di acido con NH_3 0,04 N in presenza di rosso di metile. Il numero di cc. di HCl impiegato, moltiplicato per 0,4 e riportato al volume totale di estratto, esprime la capacità totale di scambio T in milliequivalenti per 100 gr. di terra.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Da un esame comparativo dei dati analitici, riuniti nella tabella qui allegata, si osserva di regola un'interdipendenza diretta fra contenuti in argilla e carbonio organico da un lato e capacità totale di scambio dall'altra. I terreni sabbiosi, carenti di argilla e di sostanza organica, hanno fornito valori della capacità totale di scambio che vanno da 1,5 a 4 milliequivalenti per 100 gr. di terra; fra le basi scambiabili il magnesio è in proporzione più elevata di quanto si osserva in analoghi terreni di altre regioni. Anche ai fini di un incremento della capacità di scambio e quindi delle possibiltà di accumulo delle basi, l'arricchimento organico di questi terreni a mezzo di concimazioni e sovesci si rende utile per una loro maggiore produttività. I terreni sabbio-limosi e sabbio-argillosi, generalmente a medio contenuto di carbonio organico. possiedono una capacità di scambio compresa fra 4 e 12 milliequivalenti per 100 gr. di terra. I terreni tenaci, argillosi o limosi, presentano infine valori di capacità che vanno da 12 a 28 milliequivalenti e la calce in essi è prevalente. Sono poi logicamente da attendersi valori ancora più elevati sia nella capacità di scambio, sia del calcio scambiabile nei terreni dello stesso tipo, provvisti di calcare, i quali dominano nelle zone alluvionali dell'Isola.

Dalle cifre ora indicate sulla capacità di scambio ionico dei terreni esaminati si può facilmente dedurre che il materiale argilloso in essi contenuto appartiene, almeno in prevalenza, al tipo micaceo dell'illite.

Infine il grado di saturazione basica che, nei terreni a tessitura normale, è l'espressione più fedele delle attitudini alla nutrizione basica delle colture, varia in rapporto al grado di reazione oscillando fra un minimo di 60,00 e un massimo di 87,17 per un intervallo di pH compreso fra 6,0 e 7,0.

RIASSUNTO

Sono state esaminate la capacità totale di scambio e il grado di saturazione basica su una serie di 22 terreni acalcarei, esenti da sali solubili e con valori di pH compresi fra 6,0 e 7,0, prelevati per la gran parte sul versante occidentale della Sardegna nelle zone della Nurra (Romanedda e Lazzaretto) e del Campidano (Arborea, S. Gavino, Pabillonis).

In base ai risultati ottenuti, integrati con quelli dell'analisi meccanica, detti terreni possono essere così classificati: a) terreni sabbiosi aventi capacità oscillanti fra 1,5 e 4 m.e./100 gr. terra, b) terreni sabbio-limosi e sabbio-argillosi con capacità che vanno da 4 a 12 m.e./100 gr. terra, c) terreni tenaci, argillosi o limosi con capacità comprese fra 12 e 28 m.e./100 gr. terra.

Infine il grado di saturazione basica oscilla fra un minimo di 60,00 e un massimo di 87,00 per un intervallo di pH compreso fra 6,0 e 7,0.

BIBLIOGRAFIA

(1) Soil Sci., 1923, 15, 269-276.
(2) Trans. 2nd Comm. Int. Soc. Soil Sci., 1933 Copenhagen, Vol. A, 63-79.
(3) Soil Sci., 1930, 30, 391-406.
(4) Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.), 1929, 1, 144.
(5) J. Agric. Sci., 1933, 23, 252-254.
(6) Giovannini, E. - questi « Studi Sassaresi », 1953.
(7) Soil Sci., 1951, 72, 219; 1952, 74, 287.

Sassari, giugno 1953.

Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee
dell'Università di Sassari
(Direttore inc.: Prof. RAFFAELE BARBIERI)

Influenza della concimazione minerale sulla produzione del carciofo

Esperienze condotte in agro di Sassari

RAFFAELE BARBIERI

La coltivazione del carciofo in Sardegna ha assunto di anno in anno sempre maggiore importanza. Secondo le statistiche del 1952 (1), superficie, produzione complessiva e produzione unitaria per ettaro risultano le seguenti, distinte per le tre province dell'Isola:

Province	Superficie Ha.	Produzione: Q.li complessiva	per Ha.
Cagliari	1.697	157.190	92,6
Nuoro	63	4.750	75,4
Sassari	1.996	76.420	38,3
SARDEGNA	3.756	238.360	63,5

Colpisce subito la limitatezza della produzione unitaria della provincia di Sassari. Tale limitatezza non trova altra spiegazione che nella differente natura dei terreni e nel differente andamento termico, meno favorevoli di quelli delle zone coltivate a carciofo nel Campidano di Oristano e di Cagliari.

Mancano dati attendibili sulla destinazione del prodotto, ma è certo che una cospicua parte della produzione viene avviata su mercati del continente (Genova, Torino, Milano, ecc.). Con i prodotti destinati all'esportazione si realizzano prezzi soddisfacenti. È questo un motivo per il quale il consumo locale è piuttosto limitato per quanto riguarda i prodotti più precoci. A mano a mano che col progredire della stagione diminuiscono i prezzi realizzabili sui mercati del continente, aumenta il consumo locale

(1) Regione autonoma della Sardegna — Bollettino di statistica, N. 1, 1953 —

e verso la fine della campagna, allorchè l'esportazione cessa per la concorrenza esercitata sui mercati continentali dai prodotti di altre regioni, il consumo dell'Isola si generalizza anche alle classi meno abbienti (1).

Non pochi tecnici sostengono la possibilità e la convenienza di estendere ancora di più la coltura del carciofo in Sardegna (2), puntando non solamente verso una maggiore esportazione su mercati italiani, ma anche sul collocamento della produzione su mercati esteri. Noi condividiamo questo indirizzo. Tutto sta a mantenere alla produzione la caratteristica essenziale della precocità, a estendere la coltivazione in quelle zone ove le condizioni di ambiente si presentano più favorevoli, a razionalizzare quanto più possibile la tecnica colturale per elevare le rese ed abbassare i costi di produzione e vincere la concorrenza esercitata da altre regioni produttrici.

La coltivazione del carciofo in Sardegna non può più considerarsi una coltura esclusivamente orticola. Essa, in determinati ambienti, è diventata coltura da pieno campo.

La tecnica colturale differisce secondo le zone: in quelle irrigue, ad elevata intensità, la carciofaia si rinnova ogni anno; vien disfatta in aprile e ad essa si fanno seguire piante « orticole » a corto ciclo (patata, pomodoro, fagiolini, insalate ecc.). Tra metà luglio e primi di agosto si provvede all'impianto della nuova carciofaia mediante i così detti « ovoli » (gemme da cui si sviluppano le piante). È questo il sistema più seguito nell'agro Sassarese: esso consente — a parte un maggior sfruttamento del terreno — di ottenere prodotti precoci. È indispensabile però disporre di abbondante acqua di irrigazione per poter soddisfare le esigenze delle piante durante il periodo estivo.

Nelle zone di minore intensità la carciofaia dura più anni, in genere tre, talvolta anche più. La piantagione vien disfatta alla fine dell'inverno o all'inizio della primavera e viene ripiantata mediante così detti « carducci » (germogli cresciuti alla base della pianta). Le nuove piantine vegetano fin verso l'estate, poi entrano in « riposo », resistendo alla siccità estiva, e se la siccità non si prolunga eccessivamente, non è indispensabile l'irrigazione. Con questo sistema si ottiene dal terreno solo il reddito del carciofo, ma soprattutto i prodotti della carciofaia perdono in preco-

---

(1) Pampaloni E. — L'economia agraria della Sardegna. — I.N.E.A., — Roma, 1947.

(2) Passino F. — Panoramica ortofrutticola sarda — *Ortofrutticoltura sarda*, Cagliari, 1951 — Deliperi G. — Criteri di sviluppo della orticoltura in provincia di Sassari. — idem.

cità. Quando poi manca la possibilità dell'irrigazione, il sistema di piantagione a « carducci » è inevitabile e allora la diminuzione di precocità si rende manifesta.

In definitiva, per produzioni precoci, vengono prevalentemente praticate colture annuali, sostenute da frequenti irrigazioni.

La tecnica di coltivazione nelle grandi linee è ben curata per quanto riguarda lavorazioni del terreno, mentre le concimazioni, al solito, difettano, sia quelle organiche, sia quelle minerali. D'altra parte non è stata finora condotta una metodica sperimentazione diretta ad accertare l'influenza esercitata dalle concimazioni sulla produzione del carciofo in Sardegna.

La varietà più coltivata per produzione precoce è quella « spinosa », a capolini conici con brattee di color violetto e alla base più intensamente

Varietà di carciofo « spinoso »

colorate; anche le foglie hanno « spine ». Secondo Zago (1) le piante con foglie a poche spine dànno prodotti più precoci. Massacesi (2) in realtà cita due « varietà »: una spinosa a infiorescenza « arrotondata » e una spinosa a infiorescenza « allungata ». Fra queste il commercio non farebbe distinzione, poichè simili sarebbero i caratteri organolettici. Coltivata è anche una varietà senza spine, ma meno diffusa rispetto alle « spinose ». Tra queste ultime, come già detto, predomina quella a capolini conici.

Non è stato finora compiuto alcun lavoro di miglioramento genetico di queste varietà, diretto sopratutto a caratterizzarle e ad isolare piante resistenti al gelo. Il problema della resistenza alle gelate durante i mesi invernali riveste infatti grande importanza per la produzione del carciofo precoce. Non sono infrequenti annate in cui si hanno a lamentare danni notevoli: es. l'annata decorsa, durante la quale in provincia di Sassari le carciofaie hanno subito in maniera sensibile gli effetti dannosi delle basse temperature verificatesi nella seconda e nella terza decade di gennaio.

L'Istituto di Agronomia e Coltivazioni di Sassari ha iniziato specifici studi di biologia e di tecnica diretti al miglioramento della coltura del carciofo.

La presente Nota rende conto delle prime esperienze condotte per valutare l'influenza esercitata dalla concimazione minerale.

Impianto e conduzione delle esperienze.

Le prove sono state condotte in agro di Sassari, saggiando l'influenza esercitata dalle concimazioni fosfatica e azotata, da sole e associate, secondo il seguente piano:

1) testimone: nessuna concimazione;

2) concimazione fosfatica: anidride fosforica kg. 150 per ettaro, pari a q.li 8 di perfosfato 18/20 per Ha. (gr. 80 per pianta);

3) concimazione azotata: azoto kg. 50, somministrato con q.li 2,50 di solfato ammonico per Ha. (gr. 25 per pianta);

4) concimazione azotata: azoto kg. 50 per Ha., somministrato con q.li 2,50 di nitrato ammonico per ettaro (gr. 25 per pianta);

5) concimazione fosfo-azotata: perfosfato e solfato ammonico nelle proporzioni come ai n. 2 e 3;

---

(1) Zago F. — Nozioni di orticoltura — *Tip. Filipponi*, Roma, 1934.

(2) Massacesi A. — Il carciofo precoce nell'agro di Cagliari — *Cattedra amb. di agr.*, Cagliari, 1932.

6) concimazione fosfo-azotata: perfosfato e nitrato ammonico nelle proporzioni come ai n. 2 e 4;

7) concimazione fosfo-azotata: fosfato biammonico pari a q.li 3 a ettaro (gr. 30 per pianta), in dosi presso a poco equivalenti di anidride fosforica e azoto come ai n. 5 e 6;

8) concimazione fosfo-azotata-potassica: con PKN in ragione di q.li 7 per ettaro (gr. 70 per pianta), in dose approssimativamente equivalente di azoto come alle formule precedenti. Con la somministrazione di questo concime veniva apportato anche K_2O in proporzione di 70 Kg. per ettaro. Non fu possibile procurarci tempestivamente solfato potassico per stabilire con esso un paragone, saggiandolo da solo e in unione con gli altri concimi fosfatici e azotati.

Il terreno scelto per le prove è un vasto appezzamento dell'azienda orticola Pinna-Nossai, ubicata a fianco della strada per Porto Torres, a circa 3 Km. da Sassari.

Si tratta di terreno di medio impasto, a reazione sub-alcalina (pH = 7,6), mediamente fornito di azoto totale (0,14 %) e di anidride fosforica (0,15 %); ben provvisto di potassa scambiabile (570 Kg/Ha) e di calcare (18,2 %): caratteristiche queste comuni a gran parte dei terreni dell'agro Sassarese.

Il campo sperimentale per le prove di concimazione

La carciofaia, mediante impiego di « ovoli » della varietà « spinosa » a capolini conici, è stata impiantata a metà luglio del 1952. L'anno precedente il terreno era stato investito a cipolle, precedute da carciofo.

Le distanze di piantagione degli « ovoli » sono state di m. 1,20×0,80, realizzando così un investimento di 10.000 piante per ettaro.

L'anno precedente venne praticata concimazione organica a base di spazzature (300 q.li per ettaro).

L'esperienza è stata realizzata su parcelle di 50 mq. ripetute tre volte per ogni formula di concimazione.

Molta cura si è avuta nella scelta degli « ovoli », adoperando materiale uniforme.

La somministrazione dei concimi minerali, localizzata vicino ad ogni pianta, è stata effettuata il 24 ottobre 1952, prima di eseguire la rincalzatura.

Nel corso della vegetazione sono state praticate le solite cure colturali (sarchiatura, rincalzatura) e irrigazioni estive per infiltrazione.

L'andamento stagionale dei mesi invernali del 1953 non è stato certo favorevole alla coltivazione del carciofo precoce e non solamente nella zona ove si sono svolte le esperienze. Già in dicembre del 1952 si sono registrate temperature minime di 1° e 2° (giorni 9, 10, 11, 23), ma in gennaio, per tutta la seconda decade e fino al giorno 25, le temperature minime hanno quotidianamente raggiunto valori sotto zero, fino a -4° (giorno 12), mentre le temperature massime nello stesso periodo hanno oscillato tra 9° e 13°. In febbraio, pur non avendo raggiunto valori sotto zero, per buona parte del mese le temperature minime hanno toccato 1° e 2° e talvolta meno (0°,5).

Le precipitazioni hanno presentato anch'esse andamento irregolare, come dai seguenti dati:

	1ª decade	2ª decade	3ª decade	Totale mm.
agosto 1952 . .	—	5,8	9,8	15,6
settembre » . .	10,8	58,8	8,4	78,0
ottobre » . .	18,6	8,8	42,0	69,4
novembre » . .	10,0	28,2	14,2	52,4
dicembre » . .	27,0	54,0	21,2	102,2
gennaio 1953 . .	88,2	3,4	8,8	100,4
febbraio » . .	5,6	134,6	—	140,2

Nei mesi più piovosi la massima parte delle precipitazioni è caduta in breve tempo: così in dicembre tra i giorni 14 e 16; in febbraio tra i giorni 15, 16, 17.

Con tale andamento stagionale le coltivazioni di carciofo, come già detto, hanno risentito notevoli danni, per effetto soprattutto delle basse temperature che, tra la seconda e la terza decade di gennaio, hanno colpito le infiorescenze già sviluppate esistenti sulle piante e hanno ritardato lo sviluppo delle infiorescenze successive.

Le raccolte, in numero di 10, sono state effettuate nei seguenti giorni: 5 - 13 - 19 - 27 dicembre; 5 - 12 gennaio; 4 - 19 - 27 febbraio; 3 marzo. Come si rileva, mentre fino al 12 gennaio le raccolte si sono susseguite ogni 7-8 giorni, nella seconda e terza decade di gennaio non si è effettuato invece raccolta. In conseguenza delle basse temperature, a parte il danno diretto subito dalle infiorescenze già emesse, le piante soffrirono per arresto nella vegetazione.

La raccolta dei capolini è stata praticata seguendo il sistema commerciale, recidendoli cioè dalla pianta insieme a un po' di « gambo ». Si è avuto cura di procedere al taglio in maniera quanto più possibile uniforme.

RISULTATI

I dati ottenuti dalle esperienze sono stati elaborati col metodo della varianza per determinare le differenze significative fra le varie formule di concimazione.

Nella produzione del carciofo, come si sa, si tiene conto del numero di infiorescenze « commerciabili » ottenute sull'unità di superficie, della precocità del prodotto e del peso medio dei capolini.

a) *La produzione, in numero di capolini per ettaro,* per il totale delle dieci raccolte, è riportata nella tabella I:

Tabella I: PRODUZIONE IN NUMERO DI CAPOLINI PER ETTARO.

Concimazioni	Numero di capolini per ettaro	DIFFERENZE RISPETTO A							
		Testimone	Perfosfato	Solfato ammonico	Nitrato ammonico	Perfosfato e solfato ammonico	Perfosfato e nitrato ammonico	Fosfato biammonico	P K N
Testimone . .	44 292	—							
Perfosfato . .	44 198	- 94 (x)	—						
Solfato ammonico	48.807	4.515	4.609	—					
Nitrato ammonico	48.452	4.160	4.254	-355 (xx)	—				
Perfosfato e solfato ammonico	49.788	5.496	5 590	981	1.336	—			
Perfosfato e nitrato ammonico	50.178	5 886	5.980	1.371	1.726	390 (xx)	—		
Fosfato biammonico . . .	52.797	8.505	8 599	3.990	4.345	3 009	2.619	—	
P K N . . .	50.297	6 005	6.099	1.490	1 845	509	119 (x)	- 2.500	—

(x) Differenza non significativa.
(xx) Differenza significativa alla probabilità di 0,05.
Tutte le altre differenze sono significative alla probabilità di 0,01.

Dal punto di vista della produzione in numero di capolini per ettaro, la prova, come si vede, è risultata altamente significativa e permette interessanti constatazioni.

La concimazione fosfatica (v. perfosfato) da sola non pare costituisca fattore determinante l'aumento del numero di capolini per ettaro.

Appare invece manifesta la decisa influenza favorevole esercitata dalla concimazione azotata. L'azoto, somministrato sia a mezzo di solfato ammonico sia a mezzo di nitrato ammonico, ha portato a un deciso aumento nel numero di capolini.

Allorquando la concimazione azotata è stata associata a quella fosfatica, ne è conseguita una maggiore azione favorevole, che non può mettersi in dubbio. Praticamente tra le due formule; quella a base di perfosfato e solfato ammonico e quella con perfosfato e nitrato ammonico, non si rilevano differenze.

In maniera particolare si è distinto il fosfato biammonico: questo concime complesso ha superato tutte le altre formule. Il PKN ha presentato lievissimo vantaggio rispetto alla formula perfosfato e solfato ammonico e si è rivelato efficace quanto la formula perfosfato e nitrato ammonico.

Non pare che il PKN abbia agito per il suo contenuto in K_2O e ciò va probabilmente messo in relazione al contenuto del terreno, abbastanza provvisto in tale elemento.

b) *Precocità della produzione.*

Per avere elementi di giudizio sull'andamento della precocità di produzione, abbiamo riferito a cifre percentuali, rispetto al totale complessivo delle dieci raccolte, il numero di capolini ottenuti in ogni singola raccolta.

I dati sono riportati nella seguente tabella:

Tabella II: PRECOCITÀ DI PRODUZIONE: PERCENTUALE DI CAPOLINI SUL TOTALE DELLE DIECI RACCOLTE

Raccolta	Testimone	Perfosfato	Solfato ammonico	Nitrato ammonico	Perfosfato e solfato ammonico	Perfosfato e nitrato ammonico	Fosfato biammonico	P K N	Differenza significativa per	
									P = 0,05	P = 0,01
1ª 5-XII-52	1.85	1.60	2.70	2.85	3.80	4.30	3.65	2.90	1.06	1.56
2ª 13-XII-52	2.80	2.30	2.90	3.35	3.85	3.45	4.80	4.00	0.53	0.78
3ª 19-XII-52	3.90	4.45	3.30	3.80	4.10	4.80	3.30	4.10	0.66	0.98
4ª 27-XII-22	7.45	7.30	7.50	8.25	6.90	7.80	6.50	7.10	non significat.	
5ª 5-I-53	6.50	5.90	6.70	6.00	7.05	6.45	6.45	6.50	non significat.	
6ª 12-I-53	5.65	6.15	5.35	5.85	6.90	8.85	5.85	5.95	1.32	1.96
7ª 4-II-53	22.05	20.25	21.90	22.55	19.10	17.90	18.25	23.70	2.15	3.18
8ª 19-II-53	16.25	17.90	16.45	16.90	16.15	16.25	15.70	16.10	1.30	1.92
9ª 27-II-53	18.80	17.40	16.60	17.25	19.05	15.65	14.80	13.80	2.15	3.18
10ª 3-III-53	14.75	16.75	16.60	13.20	13.10	14.55	20.70	15.85	1.73	2.55

Premesso che ai fini della precocità interessano le produzioni dei mesi di novembre-dicembre-gennaio, calcolando le differenze per le raccolte di tali mesi si notano significanze maggiori a vantaggio delle seguenti formule di concimazione rispetto al testimone:

1ª raccolta: Perfosfato e nitrato: differenza di 2,45 (xx)
Perfosfato e solfato ammonico: differenza di 1,95 (xx)
Fosfato biammonico: differenza di 1,80 (xx)
P K N: differenza di 1,05 (x)

2ª raccolta: Fosfato biammonico: differenza di 2,00 (xx)
P K N: differenza di 1,20 (xx)
Perfosfato e solfato ammonico: differenza di 1,05 (xx)
Perfosfato e nitrato: differenza di 0,65 (x).
3ª raccolta: Perfosfato e nitrato: differenza di 0,90 (x).
6ª raccolta: Perfosfato e nitrato: differenza di 3,20 (xx).

(x) differenza significativa per P = 0,05
(xx) differenza significativa per P = 0,01

Dal punto di vista della precocità di produzione, calcolata in cifre percentuali rapportando il numero di capolini di ogni raccolta al totale di tutte le raccolte, emerge la formula di concimazione a base di perfosfato e nitrato ammonico, poi fosfato biammonico, perfosfato e solfato ammonico, P K N. Le formule di concimazione azotata semplice da sole non hanno portato a maggiore apprezzabile precocità, altrettanto la sola concimazione fosfatica.

Per valutare in maniera più appariscente gli incrementi di precocità indotti dalla concimazione fosfo-azotata, in base alle differenze percentuali sopra rilevate, possiamo calcolare il numero assoluto di capolini prodotti in più nelle singole raccolte. Teniamo conto qui soltanto delle raccolte e delle formule di concimazione nelle quali si sono avute differenze significative.

Tabella III: DIFFERENZE SIGNIFICATIVE NEL NUMERO DI CAPOLINI OTTENUTI IN OGNI SINGOLA RACCOLTA

Raccolte	Differenze rispetto al testimone: numero di capolini a favore di			
	Perfosfato e nitrato	Perfosfato e solfato ammonico	Fosfato biammonico	P K N
1ª	1 339	1.073	1.108	640
2ª	491	677	1.294	772
3ª	681	—	—	—
4ª	—	—	—	—
5ª	—	—	—	—
6ª	1.939	—	—	—

Appare confermato da questi dati che anche in senso assoluto la formula perfosfato e nitrato ammonico ha indotto maggiore precocità. L'azoto nitrico ha agito come elemento di « forzatura ». Non è questa acquisizione nuova, ma l'averla confermata per il carciofo ha la sua importanza, tenuto conto che in Sardegna la concimazione nitrica è scarsamente praticata.

c) *Peso medio dei capolini.*

I dati sono riportati nella seguente tabella IV. La « media » di tutte le raccolte per ogni concimazione rappresenta la media ponderale.

Tabella IV: Peso medio dei capolini.

Raccolte	Testimone	Perfosfato	Solfato ammonico	Nitrato ammonico	Perfosfato e solfato ammonico	Perfosfato e nitrato ammonico	Fosfato biammonico	P K N	Differenza significativa	
									P = 0,05	P = 0,01
1ª	204	255	261	268	266	294	278	272	45.35	67.11
2ª	206	244	245	258	204	260	200	231	33.44	49.47
3ª	208	237	237	262	229	227	239	215	24.24	35.86
4ª	191	239	204	225	228	192	200	199	16.22	24.00
5ª	194	234	208	220	218	224	225	204	14.56	21.55
6ª	169	225	220	175	177	197	177	185	23.29	34.46
7ª	120	126	128	133	131	138	136	126	non significat.	
8ª	128	143	130	145	130	145	128	132	12.29	18.19
9ª	125	130	125	149	136	153	124	136	12.96	19.17
10ª	136	134	126	147	135	124	131	128	non significat.	
Media ponderale	145	161	154	168	163	168	155	155	9.15	13.54

In linea generale, per tutte le concimazioni, si rileva una diminuzione del peso medio dei capolini col progredire dell'epoca di raccolta.

In base alla media appare poi chiaro che il testimone ha portato a capolini di peso unitario minore rispetto a tutte le formule di concimazione. In senso più favorevole appare l'azione del nitrato ammonico.

Per le singole raccolte, le relazioni tra concimazioni e peso medio dei capolini appaiono meno nette. Si rilevano discordanze. Così ad es.

nella 1ª raccolta: tutte le formule di concimazione hanno superato il testimone; la formula perfosfato e nitrato si gradua in testa, seguita dal fosfato biammonico;

nella 2ª raccolta: sempre rispetto al controllo, domina ancora la formula perfosfato e nitrato ammonico;

nella 3ª raccolta: è il solo nitrato ammonico in prima linea, seguito dal fosfato biammonico. La formula perfosfato e nitrato non supera significativamente il testimone;

nella 4ª raccolta: perfosfato, perfosfato e solfato ammonico e nitrato ammonico da solo si graduano in testa; la formula perfosfato e nitrato è pari al controllo;

nella 5ª raccolta: la formula perfosfato e nitrato riprende le prime posizioni, e così nella 6ª, nell'8ª, nella 9ª raccolta.

In definitiva, cioè, pur con queste discordanze, dovute forse, malgrado gli accorgimenti presi, alle modalità di raccolta, anche per il peso medio dei capolini appare l'influenza favorevole esercitata dal nitrato ammonico associato al perfosfato.

I risultati esposti, anche se non permettono di trarre conclusioni definitive, consentono di precisare taluni aspetti fondamentali della tecnica della concimazione minerale al carciofo, con riferimento, s'intende, all'ambiente ove sono state condotte le esperienze o ad ambienti simili e con l'andamento stagionale che ha caratterizzato l'annata.

Può confermarsi che la concimazione minerale azotata è fondamentale per la produzione del carciofo precoce. Essa ha dispiegato il massimo effetto allorquando è stata associata alla concimazione fosfatica nel rapporto $N : P_2O_5$ 1:3. Con tale rapporto, con le proporzioni di concimi adoperate (Kg. 50 di N e Kg. 150 di P_2O_5) e con le modalità di spargimento adottate (somministrazione localizzata alle singole piante), la formula a base di perfosfato e nitrato ammonico ha manifestato effetto più favorevole, seguita dal fosfato biammonico, per quanto riguarda incrementi e precocità di produzione. Pare anche che concimazioni così praticate influiscano favorevolmente sul peso medio dei capolini.

Sulla base di questi primi risultati le esperienze saranno continuate per approfondire eventuali effetti esercitati dalla concimazione potassica e per stabilire fino a quali limiti possano adoperarsi dosi maggiori di concimi azotati e fosfatici.

In maniera specifica va approfondita l'influenza delle concimazioni sulla resistenza delle piante alle basse temperature. I risultati delle presenti

esperienze hanno già fatto intravedere migliore comportamento delle piante concimate con concimi minerali fosfo-azotati rispetto alle piante testimoni.

RIASSUNTO

Si dà conto di esperienze condotte nel 1952-53, in agro di Sassari, allo scopo di valutare l'influenza esercitata dalla concimazione minerale sulla produzione del carciofo precoce.

È risultato che la concimazione azotata e fosfatica a base di nitrato ammonico e perfosfato (rapporto N : P_2O_5 pari a 1:3, con dosi di 50 Kg. per Ha. di N e Kg. 150 di P_2O_5 e distribuzione localizzata alle piante) agisce in maniera favorevole e conveniente sull'entità e sulla precocità di produzione. Comportamento favorevole ha rivelato anche il fosfato biammonico. Questo risultato acquista particolare valore, perchè ottenuto in un'annata nella quale, per l'azione delle basse temperature, le carciofaie della zona hanno portato a scarse produzioni.

Sassari, giugno 1953.

Istituto di Industrie agrarie e di Chimica agraria
dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. V. Morani)

I terreni della piana di Senorbì - Guasila (Cagliari)

Valentino Morani - Giorgio Muscas

1. — Premessa.

La zona di piano-valle che si estende fra i centri di Senorbì Ortacesus e Guasila, nella regione della Trexenta, zona fra le più fertili della provincia di Cagliari, fa parte del comprensorio di bonifica di 1ª categoria « Senorbì - Paesi della Trexenta », sul quale hanno competenza i Consorzi Riuniti di Bonifica del Campidano.

La piana soggiace al costruendo canale di irrigazione che convoglierà acque del Flumendosa nel Campidano di Cagliari. L'Ente Autonomo del Flumendosa, per questo motivo interessato alla zona, si è reso promotore delle ricerche chimico-pedologiche appresso esposte, ottenendone il finanziamento da parte della Cassa per il Mezzogiorno (1).

La zona studiata ha una superficie di Ha. 1900 circa, comprendendo, oltre alla parte pianeggiante, una breve fascia declive che la contorna; essa dipende amministrativamente dai tre comuni sopra nominati, oltrechè per un breve tratto da quello di Selegas.

2. — Cenni geo-morfologici.

Al Rio Mannu di S. Sperate fanno recapito, poco a Nord di Barrali e sulla sua destra, due torrenti, l'uno che raccoglie le acque di vari fossi provenienti dalle colline di Selegas - Guamaggiore, l'altro, il Rio Arai, che discende dalla zona collinare a Nord di Guasila.

Il piano vallivo, che forma oggetto preminente di questo studio, è costituito dalle alluvioni di questi due torrenti, e si apre entro le ondula-

---

(1) Ai due Enti sopra nominati si esprime il ringraziamento per aver affidato l'incarico delle ricerche a questo Istituto.

zioni collinari che caratterizzano la règione della Trexenta e della vicina Marmilla.

Secondo il Prof. S. Vardabasso dell'Università di Cagliari, che in apposita nota esporrà i risultati delle sue indagini geologiche sulla regione, questa è costituita da sedimenti arenaceo-marnosi del Miocene, i quali vennero profondamente scavati dall'erosione di torrenti del Pliocene, tanto da mettere a nudo alcuni spuntoni granitici, testimoni della struttura cristallina degli strati sottostanti. Le alluvioni dei due torrenti attuali hanno colmato l'alveo risultante dai precedenti fatti erosivi.

La piana stessa, della lunghezza di circa Km. 9 e di varia ampiezza, è lievemente inclinata, poichè discende da quota 190 a circa 150 m.s.m., mentre il sistema collinare che la circonda raggiunge quote dai m. 220 ai m. 250.

3. — Cenni sulle condizioni climatiche.

Nelle seguenti tabelle I e II sono riferiti i valori medi delle precipitazioni verificatesi a Senorbì e a Guasila dal 1921 al 1949 (esclusi gli anni dal 1941 al 1945), calcolati dai dati esposti sugli Annali Idrologici del Servizio Idrografico.

Tabella I: Quantità di precipitazione in millimetri.

Luogo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Anno
Senorbì	58.7	55.1	57.6	54.8	49.0	15.9	13.9	14.1	36.6	60.2	70.0	83.2	197	161	44	167	569.1
Guasila	61.4	58.3	59.6	52.6	43.7	13.7	7.4	12.8	31.1	57.0	74.6	88.0	208	156	34	163	560.2

Tabella II: Frequenza delle precipitazioni (n. di giorni piovosi).

Luogo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Anno
Senorbì	8.1	7.6	8.1	7.4	6.5	2.5	1.0	1.2	3.6	6.7	8.0	10.3	26	22	5	18	71.0
Guasila	7.5	6.5	6.9	6.5	4.8	2.1	0.6	1.0	3.1	5.6	7.5	10.2	24	18	4	16	62.2

In base alle elaborazioni esposte sugli stessi Annali Idrologici, relativamente ai periodi con scarse precipitazioni, viene poi calcolato che il periodo estivo arido, con precipitazioni inferiori ai 45 mm. giornalieri, ha durata media di giorni 110 circa. Esso ha inizio per lo più fra i primi di

aprile e la fine di maggio, ma eccezionalmente anche a fine giugno (es. 1940), come pure in annate non rare nella seconda metà di febbraio (es. 1932 e 1947). La fine del periodo arido cade invece prevalentemente fra la metà di settembre ed i primi di ottobre.

Nella tab. III sono raccolte le medie dei valori termometrici, per il periodo 1926-1940 e 1946-1949, relative al comune di Mandas, sito a circa Km. 10 da Senorbì e dove ha funzionato la stazione termometrica più vicina al comprensorio. L'altitudine di m. 491 s.m., più elevata cioè di circa m. 300 rispetto a quella della piana, consiglia di portare qualche lieve correzione in più alle cifre esposte.

Tabella III: Temperature a Mandas (in gradi centigradi).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anno
Media delle minime	+3°.8	4.2	5.7	8.1	10.9	14.6	17.6	17.8	15.5	12.4	8.4	+ 4.6	10°.3
Media delle massime	10°.0	11.0	13.6	16.4	19.4	25.4	29.2	30.1	26.2	20.8	15.4	11.2	19°.0
Media delle medie	6°.9	7.6	9.6	12.2	15.1	20.0	23.4	23.9	20.8	16.6	11.9	7.9	14°.7

In mancanza di dati anemometrici rilevati nella regione della Trexenta, si fa quì cenno del regime dei venti noto per Cagliari. Nella seguente tab. IV sono riferiti i dati elaborati da F. Eredia, come media di 25 anni di osservazioni.

Tabella IV: Provenienza dei venti a Cagliari, in percentuale di frequenza

Provenienza	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calma
Gennaio . . .	20	5	8	9	5	3	9	39	2
Febbraio . .	14	4	7	11	7	4	10	39	4
Marzo . . .	15	2	6,5	16	11	3,5	10	34	2
Aprile . . .	12	2,5	5,5	16	10	4	12	35	3
Maggio . . .	12	1	4	16	18	5	9	32	3
Giugno . . .	13,5	1	4	14	22	5	8	29,5	3
Luglio . . .	12	1	2	16	21	3	5	38	2
Agosto . . .	8	1	3	21	20	3	5	36	3
Settembre . .	9	1	5	23	14	3	7	34	4
Ottobre . . .	14	4	8	18	12	4	7	29	4
Novembre . .	17	4	10	13	8	4	9	31	4
Dicembre . .	21	4	6,5	9	6	4	10	35,5	4

È il caso di ricordare, in mancanza di dati sulla velocità dei venti, che questi hanno assai di frequente punte di intensità molto elevate, specie nei periodi primaverile ed autunnale, determinando danni alle colture per effetto meccanico e soprattutto accentuando la traspirazione delle piante coltivate. Particolarmente pregiudizievoli alle colture cerealicole sono i venti sciroccali, dotati di sensibile velocità, che ricorrono nell'epoca della maturazione.

Al riguardo della ventosità, va avvertito che la zona in esame, in confronto a quella di Cagliari, è meno esposta alle correnti di provenienza settentrionale e di Nord-Est, ma poco riparata da quelle meridionali, come pure dal maestrale.

Infine si ritiene utile ricordare le seguenti cifre medie relative ai decimi di cielo coperti, che sono nel complesso fra le più basse d'Italia.

Tabella V — Decimi di cielo coperti a Cagliari

Inverno	54
Primavera	47
Estate	17
Autunno	44

4. — Rilevamento agro-pedologico.

Mediante saggi sulla tessitura, struttura, profondità del suolo, nonchè sul suo contenuto in calcare, compiuti su N. 79 punti del comprensorio, e con l'aiuto di osservazioni superficiali fra un punto e l'altro, sono stati individuati N. 9 tipi di terreno, che sono rappresentati sulla unita « Carta agro-pedologica ». Le loro caratteristiche fondamentali sono ricordate nella leggenda.

Le sigle in rosso, su detta carta, servono opportunamente a richiamare nella leggenda i vari tipi di suolo. Le cifre in nero indicano i punti ove furono effettuati i saggi, mentre le sigle in nero distinguono i punti ove, dopo i saggi sommari sul posto, furono prelevati i campioni di terreno ed in due casi anche di sottosuolo. Per esigenze di spazio si omette l'elenco dei saggi anzidetti.

5. — Studio chimico-fisico dei terreni.

Sui N. 27 campioni di suolo e N. 2 di sottosuolo, è stata eseguita l'analisi chimico-fisica, i cui risultati sono raccolti nella unita tabella VI.

Da tali dati, oltrechè dall'esame delle caratteristiche fisiche, ambientali ed agrarie, si traggono le seguenti deduzioni per ciascuno dei tipi di suolo identificati.

A) *Terreni alluvionali pesanti* (sulla carta agro-pedologica indicati con la sigla Ap). Essi si estendono su 1200 ettari circa del piano-valle e concentrano il maggiore interesse ai fini della trasformazione irrigua.

I rendimenti colturali elevati, relativamente alla media della Provincia e della stessa regione della Trexenta sono indicativi di condizioni di fertilità in complesso buone, ma essi appaiono suscettibili di notevole intensificazione col miglioramento delle condizioni di nutrizione minerale e soprattutto acquea, nonchè di sanità idrica del suolo.

All'osservazione superficiale il terreno si presenta di colore grigio scuro o nerastro uniforme, di struttura soffice farinosa, esente da incrostamenti ed è dotato di una relativa freschezza.

Nella sezione verticale, al disotto del letto di aratura, si osserva un graduale attenuamento del colore, fino al grigio cenere, da rapportare alla diminuzione del contenuto umico. Una tinta grigio-plumbea, accompagnata da minore sofficità hanno alcuni terreni alluvionali pesanti della parte Nord della piana, pur dimostrando un tenore umico non inferiore a quello dei primi.

La struttura soffice, fattore di buona permeabilità, fa sì che solo in occasione di piogge di notevole intensità o di lunga durata, si manifestino ristagni acquei superficiali.

Con il valore medio della capacità idrica pari a 56 %, lo stato superficiale arato dello spessore di 25 cm. può assorbire mm. 168 di acqua, come quantità massima immediata, passando il terreno dallo stato secco alla saturazione, e potendone poi cedere in parte al sottosuolo, lentamente quanto consente lo stato di costipazione del sottosuolo stesso. Di fatto l'acqua assorbibile nell'inverno si riduce in genere ad assai meno della cifra anzidetta, causa la preesistente umidità del suolo, mentre il sottosuolo si trova già in stato di notevole imbibizione. È ovvio che in seguito a lavorazioni profonde, la capacità di imbibizione immediata è maggiore. Allo stato attuale, nei periodi in cui cadono poco più di mm. 100 di acqua, si va facilmente incontro a ristagni, mancando quasi ovunque un efficiente sistema di coli.

Ma oltre a quello superficiale, anche il ristagno idrico entro la massa terrosa deve essere evitato. Scacciato l'ossigeno atmosferico, il terreno va incontro a fenomeni riduttivi; si produce uno stato di asfissia per le radici, le cui conseguenze sono note; la nutrizione azotata è inoltre compromessa.

Il cosidetto « stato di sanità », che consente la circolazione dell'ossigeno, si ha, come è noto, quando il contenuto acqueo non supera, o supera solo di poco, il 50 % della saturazione idrica.

La sistemazione idraulico-agraria deve proporsi pertanto l'eliminazione delle due specie di ristagno. L'ampiezza e la conformazione delle prese vanno regolate opportunamente in base a criteri che l'esperienza può fornire meglio del calcolo.

I dati relativi alla capacità idrica possono riuscire utili anche nella valutazione dei regimi d'irrigazione. La quantità minima e massima di acqua entro cui la vegetazione trova le condizioni opportune, se non ottimali, sono segnate dal coefficiente di appassimento, che si valuta per molte colture intorno ad una volta e mezza l'umidità, quale minimo, ed al 50 % della capacità idrica, come massima.

Nella media dei valori offerti da questi terreni all'analisi, (l'acqua igroscopica in media ammonta a 7,2 %) lo scarto entro cui può giocare l'irrigazione varia perciò fra 11 e 28 % del peso del terreno, che per lo strato di cm. 25 si calcola pari a Kg. 3 milioni per ettaro. Si tratta cioè di mc. 500 di acqua teoricamente somministrabili, ma in pratica, con l'inevitabile maggiore imbibizione immediata nei primi strati, intorno a 600 mc/Ha., senza pregiudizio per la coltura.

Ora il medicaio, per ogni sfalcio che dia Ql. 100 di erba fresca, richiede fra 800 e 900 metri cubi di acqua, in terre pesanti come quelle in parola, in ambiente climatico paragonabile a quello della zona.

Nelle dette cifre è compresa l'evaporazione superficiale, che è limitata a non più di mm. 1 al giorno (mc/Ha 10) nei soli primi giorni dopo lo sfalcio, e che è in parte compensata dalle rugiade e anche dalla risalita dagli strati profondi.

Occorrerebbero dunque uno e mezzo adacquamenti entro l'intervallo di tempo fra due sfalci (in media 25 giorni nel periodo estivo) semprechè non intervengano precipitazioni meteoriche.

Se lo strato arato, suscettibile cioè di imbibizione immediata, viene portato a cm. 35 (Kg/Ha. 4.200.000), si raggiunge la cifra di mc. 800, si raggiunge cioè in un solo adacquamento il fabbisogno della coltura per ogni sfalcio.

Durante la piena stagione irrigua (giorni 120 = secondi 10.368.000) in cinque adacquamenti il fabbisogno fisiologico si aggira, in base a quanto sopra, sui mc/Ha. 4.000, con una portata specifica dunque di circa lt/sec. 0,4, occorrente nell'irrigazione per aspersione.

Il sistema per scorrimento (l'infiltrazione e la sommersione sono da escludere per questi terreni nei quali provocherebbero una degradazione strutturale) comporta, come è noto, una richiesta da 1,5 a 2 volte maggiore. L'irrigazione delle sarchiate richiede volumi viceversa altrettanto più bassi rispetto al medicaio coi rispettivi sistemi di distribuzione.

Le proprietà fisico-strutturali, chiamate in causa per la formulazione dei criteri sopra esposti, sono legate alla costituzione meccanica e chimica dei terreni.

All'analisi fisico-meccanica, eseguita su N. 16 campioni di suolo, risulta che N. 15 di essi sono da definire argillosi, più o meno limosi, avendo argilla in prevalenza sul limo, e precisamente possiedono in media 51,5 % di argilla, 28,2 % di limo e 20,3 % di sabbia; mentre uno solo, il campione AZ, con 48 di limo e 28 % di argilla è da classificare limo-argilloso. Il sottosuolo è risultato alquanto più ricco ancora di argilla del suolo.

Lo stato di aggregazione, o struttura, nettamente soffice e poroso, in terreni così altamente dotati di materiale argilliforme, come i primi quindici anzidetti, è dovuto ad un grado di saturazione basica particolarmente favorevole, ad una larga prevalenza soprattutto del calcio e poi del magnesio fra i cationi assorbiti dai colloidi, come emerge dai seguenti valori.

Cationi assorbiti, in mgr. equiv. p. gr. 100 di terra

Terreno N.	Ca	Mg	K	Na	Totale
AG	35.00	17.99	0.52	1.09	54.60
AH	41.56	12.04	0.37	0.63	54.60
AI	38.50	13.46	0.38	1.66	54.00
AL	34.00	14.53	0.32	1.15	50.00
AN	44.55	12.54	0.41	1.12	58.62
AV	30.42	11.90	0.27	0.87	43.46

Su 100 mgr. equivalenti di basi assorbite, dunque la somma calce + magnesia raggiunge 97 ed oltre mgr. equivalenti, cifra che solo eccezionalmente si raggiunge in terreni pur fortemente calcarei.

Qui invece il calcare si trova in proporzioni variabili fra 4 e 21 %; i valori più bassi, fra 4 e 9 %, si riferiscono ai terreni della Piana di Bangius, a valle di Senorbì. Dosi quindi in complesso moderate, e che preservano da ogni fenomeno di acidificazione. La reazione infatti è ovunque subalcalina, con pH fra 7,7 e 8,1.

Nella maggioranza dei terreni, un altro coefficiente di buona struttura è spesso l'elevato contenuto di humus; e il colore avrebbe fatto supporre che i terreni in discussione fossero nettamente umiferi.

Le analisi chimiche invece hanno stabilito che la percentuale di humus (1) varia fra la modesta cifra di 2,6 e quella neppure elevata di 4,8 %, mentre il contenuto medio è solo di 3,2 %. Precisamente sono da definire mediamente forniti di humus la maggioranza dei terreni, che denotano 2,6 - 3,6 %, con 0,77 - 0,89 % di carbonio organico. Solo i terreni ad Ovest di Ortacesus ed a Pauli Bois hanno provviste più elevate di humus.

Si può concludere che, per l'insieme dei detti caratteri, i terreni alluvionali pesanti della piana di Senorbì-Guasila sono da assimilare al tipo pedoclimatico dei « cernozem ». Terreni analoghi erano stati segnalati in precedenza nell'isola di Sicilia ad opera di vari Autori.

Il contenuto azotato del suolo varia fra 0,13 e 0,16 % nella maggioranza dei terreni alluvionali pesanti della Piana, perciò mediamente dotati di azoto; ma esso sale allo 0,19 - 0,24 % nelle minori superfici, più ricche di humus, precedentemente nominate.

La maggior parte di queste terre non ha dunque attitudini alla nutrizione azotata migliori rispetto a quelle di molti altri terreni alluvionali italiani, parimenti poco forniti di azoto organico e di buona struttura. Esse abbisognano di letamazioni, oltrechè di tempestive concimazioni azotate minerali, sopratutto in regime irriguo, quando la mineralizzazione della materia organica labile (o « forza vecchia ») è attiva, come attivo è l'assorbimento di azoto da parte di colture a rapido sviluppo.

È da tener presente che il prato di medica, trova nei terreni in parola una sede bene appropriata, dopo la loro aratura profonda. Ciò favorisce orientamenti produttivi che comportano carichi di bestiame di buona entità, e che sono suggeriti da esigenze di carattere chimico-pedologico, ancor prima che da criteri economico-agrari.

Ma le leguminose in genere, come è noto sono molto esigenti di fosforo, specie in regime irriguo. Ora la percentuale di anidride fosforica totale, solubile cioè per attacco con acidi forti, è risultata di media entità (0,14 - 0,17 %) in due campioni a tal fine esaminati. Interessano però più immediatamente le disponibilità fosforiche prontamente assimilabili (2); esse passano da poco più di Kg/Ha 40 di anidride (nello strato superfi-

---

(1) Calcolata dall'azoto moltiplicato per 20.

(2) Determinate col metodo Marimpietri - Morani - Gisondi: Ann. Sperim. Agraria, 1950.

ciale di 25 cm.); a valori fra 105 e 165, fino a 225 ed a ben 555 Kg/Ha in un terreno eccezionalmente ricco (campione AI). Tali differenze sono evidentemente in rapporto con lo stato di fertilizzazione dei vari terreni.

La dotazione fosforica è conveniente sia portata al livello di Kg/Ha 150 nei terreni asciutti e di Kg/Ha 200 in quelli irrigui. Le dosi di una concimazione straordinaria di arricchimento, per raggiungere detti livelli, si calcolano facilmente caso per caso, in base alla differenza fra la dotazione da conseguire e quella preesistente, misurata con l'analisi, oltrechè in base al titolo del fertilizzante; ma va tenuto conto delle quote di anidride fosforica insolubilizzate dai complessi assorbenti del suolo e che si aggirano sul 20 % dell'anidride somministrata. Pertanto terreni con circa Kg/Ha 50 di anidride fosforica assimilabile (es. campioni AM, AN, BE, ecc.) vanno arricchiti in regime asciuttto con Ql/Ha 7 di perfosfato del titolo 18/20 e in regime irriguo con 10.

Alla concimazione di arricchimento va fatta seguire poi quella ordinaria di restituzione o di mantenimento, in dosi ridotte, onde mantenere di anno in anno la dotazione fosforica al livello raggiunto.

Nel quadro delle attitudini alla nutrizione minerale vi è da aggiungere per la potassa che le dotazioni assimilabili (1) ascendono a valori elevati, da un minimo di 288 fino a ben 1020 Kg/Ha; non è quindi da prevedere, almeno in primo tempo la necessità di concimazioni potassiche.

Valori ancora maggiori si hanno nelle dotazioni di soda, dovute ad un lieve contenuto di sali in gran parte dei terreni della Piana. Sali in parte costituiti da solfato di calcio ed in minori proporzioni da cloruro sodico, il quale ultimo raggiunge la massima dose dello 0,78 ‰ nel campione AP. Anche ai punti N. 56 e 71 sono state rilevate terre alquanto salmastre. Il contenuto salino è tale da non promuovere azioni dannose sulla vegetazione; i solfati si rendono anzi utili nel mantenere l'argilla allo stato flocculato. Vanno perciò escluse irrigazioni a fini dilavanti.

B) *Terreni alluvionali mezzani* (A). Possono essere considerati come tipo intermedio fra quello precedentemente descritto e il degradato di medio impasto, di cui in appresso. Infatti i loro caratteri fisici sono variabili,

---

(1) Il potassio assimilabile è stato determinato col metodo Riehm-Campanile, usando però come ulente il reattivo di Krauss diluito 1 : 1. Nei terreni poco forniti di potassio si ottengono in tal modo valori più vicini a quelli che segnano l'insufficienza potassica in base alle prove fisiologiche ed il computo dei fabbisogni potassici è più attendibile che non fatto sui dati del potassio totalmente scambiabile.

ma la profondità illimitata, la freschezza, la media proporzione di calcare e di humus, la capacità produttiva non inferiore a quella dei terreni pesanti, sono doti comuni a tutta la fascia di terre lungo il limite orientale della piana, dove essi ricorrono.

I volumi di acqua irrigua possono essere alquanto aumentati rispetto a quelli precedentemente indicati, senza pericoli per lo stato ossidativo e strutturale del suolo.

C) *Terreni alluvionali umiferi* (Ah). Nelle due piscine indicate sulla carta pedologica ed in qualche altra depressione di superficie minore, il terreno alluvionale pesante è arricchito di humus, a spese della vegetazione palustre, tanto da superare lo 0,30 % di azoto ed il 6 % di materia organica, limiti oltre i quali i terreni abitualmente si definiscono umiferi.

Quivi si concentravano, fino ad epoca recente, i sali, con l'evaporazione estiva delle acque scolate dai terreni viciniori; in seguito alle opere di risanamento idraulico, una parte di essi è stata dilavata, cosicchè nel campione BH se ne trovano oggi solo in ragione dello 0,92 ‰. Ma col dissalamento è comparsa un'alcalinità rappresentata da valori superiori a pH 9. L'impiego di correttivi solforici è perciò indicata.

D) *Terreni degradati pesanti* (Dp) *e mezzani* (Dm). Sono i terreni formatisi sui terrazzi ai margini della piana, o su qualche poggio in essa emergente, col rimaneggiamento dei depositi arenaceo-marnosi del Miocene, profondi, spesso dotati di poco scheletro ciottoloso (raramente oltre il 5 %). Fra essi i mezzani, più estesi specie lungo i declivi a Sud-Ovest di Senorbì, hanno intorno a 28-30 % di argilla, da 52 a 64 % di sabbia, accanto a poco limo. Il calcare è in dosi variabili da 2 a 34 %; le basi assorbite sono in quantità relativamente elevate, fra 30 e 39 mg.eq. per 100 gr. di terra, e fra esse la calce è nettamente dominante (fra 21,5 e 33 mg.eq.).

I terreni del tipo pesante differiscono soltanto per un tenore di argilla alquanto maggiore.

In zone abbastanza ben coltivate, l'humus è discretamente rappresentato, intorno a 2,5 %, e così l'azoto totale, l'anidride fosforica segna buoni valori, fra 120 e 150 Kg/Ha, e la potassa è abbondante, oltre 400 Kg/Ha. Ma nel terreno del campione AE, pur in zona pianeggiante e non molto arida, evidenti negligenze agronomiche hanno portato a registrare povertà sensibile sia di azoto che di fosforo ed anche, caso eccezionale, di potassa.

Anche nelle terre degradate si hanno tracce di materie saline.

La capacità idrica massima, per il tipo mezzano, è piuttosto bassa, in media intorno al 40 %; dal contenuto di acqua igroscopica si calcola un coefficiente di appassimento medio del 6 %; fra questo valore e la metà della capacità idrica si ha un gioco di 14 parti di acqua per 100 di terra, quindi sullo strato arato di 25 cm., una imbibizione utile di 420 mc/Ha.

Il fabbisogno idrico per 100 Ql. di erba fresca di medica sale, sempre nei terreni mezzani, intorno a 1000 mc. Ne deriva che la ruota deve essere ridotta come ampiezza, rispetto ai terreni pesanti, anche se la profondità dello strato attivo fosse portata da 25 a 35-40 cm.; da ciò conseguono maggiori disperdimenti. La portata specifica per il prato è quindi valutabile ad oltre 0,5 lt/sec. con l'aspersione, e su 1-1,2 lt/sec. per scorrimento.

E) *Terreni miocenici pesanti* (Mp) *mezzani e sciolti* (Ms). Ai fini agro-pedologici interessava identificare non tanto i terreni giacenti sulle formazioni marnoso-arenacee originarie del Miocene, distinguendoli da quelli sui prodotti del loro rimaneggiamento, quanto in genere i terreni più profondi, il cui sottosuolo, coerente, non partecipa agli scambi idrici col terreno sovrastante, i terreni cioè costituzionalmente aridi in giacitura collinare. E poichè i materiali degradati, in vari luoghi, sono stati oggetto di ricementazioni, accade che i limiti segnati sulla carta pedologica per questa categoria di terreni, in molti casi non corrispondono con quelli indicati dalla carta geologica. Terreni pronunciatamente aridi pur con sottosuolo incoerente ed attribuiti allo stesso tipo, sono quelli giacenti su sabbioni quaternari, come nei pressi del punto 11.

Il sottosuolo coerente comparisce a profondità diverse, per lo più fra 50 e 150 cm., in dipendenza dell'attitudine all'erosione: diverse da caso a caso sono dunque le condizioni di aridità, ma l'opportunità di lavorazioni di scasso profondo è da considerare generale.

La tessitura è molto variabile dove il suolo sovrasta le arenarie: da un punto all'altro, anche a distanza di pochi metri, si passa da sabbie leggere a terre sabbio-argillose di una certa consistenza; normalmente presenti sono i frammenti rocciosi.

In due campioni di tipo medio-sciolto (AF e BG) l'argilla rappresenta il 22 %, la sabbia da 54 a 63 %, la capacità idrica fra 42 e 45 %, l'acqua igroscopica fra 2 e 4 %, il contenuto di humus intorno a 2,5 %, il calcare ha ampie variazioni.

In tre campioni del tipo pesante (AO, BB e BD) l'argilla sale a 38-45 %, la sabbia è fra 37 e 51 %, mentre il limo è in tenui proporzioni

(11-17 %), come nella maggioranza dei terreni autoctoni. Negli stessi poi l'umidità risulta da 4 a 5,5 %, la capacità idrica da 42 a 54 % ed inoltre il calcare fra 16 e 25 %, l'humus più spesso fra 2,2 e 2,6 %, ma sale in un pascolo a 4,9 %, infine il contenuto di anidride fosforica totale è assai scarso (0,04 %).

Sia i terreni medio-sciolti che i pesanti sono in grado di fornire alto incremento di reddito con l'irrigazione; stante la giacitura ondulata o sensibilmente declive, l'aspersione godrebbe la preferenza. I limiti percentuali dell'acqua utilmente assorbibile hanno fra terreno e terreno scarti da 15 a 19, non diversi cioè da quelli visti per gli altri tipi di suolo; ma quì il sottosuolo è praticamente inattivo nell'accumulo idrico e nel rifornimento superficiale, soprattutto nei terreni meno profondi; perciò, a meno che non si addivenga allo scasso, gli adacquamenti vanno eseguiti con una frequenza di 10-15 giorni e la portata va regolata su una cifra non inferiore a 0,6 lt/sec/Ha per l'irrigazione del medicaio.

Quest'ultimo costituisce, anche in questo tipo di suolo, la premessa per il miglioramento dello stato di fertilità chimica, la cui necessità scaturisce dai valori delle analisi relativi all'azoto, che si aggirano normalmente fra 0,11 e 0,14 % (il terreno pascolativo anzidetto ne ha 0,243 %). Le dotazioni fosforiche generalmente basse fanno convenienti le distribuzioni di arricchimento fosfatico.

F) *Terreni rocciosi pesanti* (Rp) *e sciolti* (Rs). I primi, su marne, hanno limitata estensione a NE di Guasila, i secondi, su arenarie, sono alquanto estesi lungo i declivi presso Senorbì. In entrambi le rocce madri sono affioranti, o rivestite da un tenue strato di suolo, oppure, in seguito allo scasso praticato per l'impianto di colture arboree (vite, olivo e mandorlo) lo strato è commisto a molti frammenti rocciosi in via di lenta disintegrazione.

L'irrigazione potrà poco interessare questa categoria di terreni, pur non potendosi escludere qualche impianto per l'aspersione su superfici a colture meglio utilizzatrici dell'acqua, che non le arboree attualmente praticate.

Fra le caratteristiche chimiche dei terreni rocciosi sciolti, per cui ci si può riferire ai dati dell'analisi sul campone AB, è singolare il pur lieve contenuto salino, dal quale si trarrebbe l'illazione che i sali osservati nella piana provengano dal dilavamento delle arenarie.

Dei terreni rocciosi pesanti su marna è stata eseguita l'analisi del campione AT, che mostra, fra l'altro, circa 38 % di argilla e 35 % di calcare.

È appena da accennare alla necessità di sistemazioni del suolo collinare, per frenare la erosione responsabile degli attuali affioramenti rocciosi e della povertà del sottile terreno declive.

G) *Rocce silicee affioranti*. Sulla carta è rappresentato uno spuntone di roccia granitica a Sud di Ortacesus. Soltanto alle sue falde sono terre suscettibili di coltivazione, silicee, acalcaree, di variabile costituzione.

6. — Conclusioni.

I caratteri pedologici della zona studiata sono favorevoli alla introduzione di ordinamenti colturali irrigui, che prevedano un sensibile aumento nell'attuale carico di bestiame.

Oltre all'irrigazione a pioggia, il sistema per scorrimento è compatibile con la natura di tutti i tipi di terreno; la sommersione e l'infiltrazione sono invece da escludere per la maggioranza dei terreni della piana che andrebbero incontro ad una degradazione strutturale e produttiva. I volumi e le portate, variabili da tipo a tipo e su cui è fatto cenno nel testo, sono in complesso poco elevati.

Nella pianura fra Guasila ed Ortacesus ed a NE di quest'ultimo centro intorno a Pauli Bois, sono terreni ben forniti di azoto organico, suscettibili perciò di una utilizzazione prodiga per molti anni ancora. Ma dovunque nel resto della zona, malgrado il loro aspetto illuditore, i terreni hanno una poco elevata provvista di humus, che rispecchia le manchevolezze finoggi verificatesi nella fertilizzazione. L'arricchimento organico-azotato, a mezzo delle leguminose e del letame, per quanto reso di lenta attuazione dalle condizioni ambientali e dalla presenza del calcare, se è utile in regime asciutto, diventerà indispensabile in quello irriguo, data la più attiva mineralizzazione della sostanza organica e le esigenze in fatto di azoto delle colture irrigate.

La dotazione fosforica assimilabile, che su poco meno della metà dei campioni di terra esaminati, si innalza dalla povertà naturale e primitiva del suolo, è indizio di una recente introduzione di concimi, la quale è da presumere potrà ulteriormente generalizzarsi vantaggiosamente.

La dotazione potassica è ovunque cospicua, tranne in un terreno pressochè isterilito.

Il calcare è presente in dosi variabili dal 2 al 35 % circa, quindi non è mai in forte eccesso. La reazione conseguentemente è subalcalina, tranne nelle piscine, dove con l'iniziato dilavamento dei sali, si manifesta una decisa alcalinità, suscettibile di facile emendamento.

Tabella VI: Analisi chimico-fisica dei terreni

Sigla del campione	DATI DI PRELEVAMENTO: Comune e Provincia	Località	Giacitura	Altitudine m.	Natura del terreno	Tipo pedologico	ANALISI CHIMICO FISICA: Analisi meccanica p. 100 parti terra secca a 100°: Scheletro > mm 2	Sabbia mm 2-0,02	Limo mm 0,02-0,002	Argilla <mm 0,002	Acqua igroscopica %	Reazione pH	Acidità idrolitica in CaO ‰	Calcare %	Azoto totale %	Humus (calcolo) %	Carbonio organico %	Anidride fosforica assimilabile kg/Ha	Anidride fosforica totale %	Ossido di potassio assimilabile kg/Ha	Ossido di sodio scambiabile kg/Ha	Sali solubili in acqua ‰	Cloruri (NaCl) ‰	Capacità idrica massima %	Sigla del campione
AA	Senorbì (Cagliari)	Strada Monastir - Senorbì	piano-valle	150	argillo-limoso	Ap	ass.	33,8	23,2	43,0	5,6	8,0	0	10,2	0,18	3,6	1,16	42	—	384	—	0,39	0,14	50	AA
AB	id.	id.	declivio	160	sabbioso-arenaceo	Rs	5	87,9	6,2	5,8	1,5	8,0	0	13,0	0,06	1,2	0,23	17	—	228	—	0,25	0,14	20	AB
AC	id.	id.	piano-valle	153	sabbioso-argilloso ciottoloso	Dm	22	63,8	8,2	28,0	4,1	7,5	0	2,3	0,13	2,6	0,60	124	—	444	387	0,58	trac.	36	AC
AD	id.	Reg. Gibara	piano	153	argillo-sabbioso, calcareo	Dm	1	59,7	11,4	28,9	3,4	7,8	0	26,5	0,13	2,6	0,89	142	—	440	1446	0,64	trac.	40	AD
AE	id.	id.	id.	162	argillo-sabbioso, calcareo	Dm	trac.	51,7	18,5	29,8	4,4	7,8	0	34,1	0,08	1,6	0,59	24	—	96	—	0,34	0,13	45	AI
AF	id.	Pass. a livello	declivio	180	sabbio-argilloso	Ms	6	54,8	24,2	22,0	4,0	7,9	0	17,3	0,14	2,8	1,16	47	—	228	—	0,37	0,11	45	AF
AG	id.	Planu Coccoi	piano	156	argillo-limoso	Ap	ass.	18,4	29,5	52,1	6,6	7,9	0	9,7	0,15	3,0	—	75	—	744	1007	0,64	trac.	66	AG
AH	id.	Reg. Bangius	id.	153	argillo-limoso	Ap	ass.	11,6	28,2	60,2	10,2	7,8	0	4,2	0,13	2,6	0,88	129	0,14	528	693	0,54	trac.	64	AH
AHb	id.	Sottos. a 60-70cm	—	—	argillo-limoso	Ap	ass.	—	—	—	—	7,9	0	5,8	0,114	2,3	—	18	—	120	—	0,47	trac	56	AHb
AI	id.	Reg. Bangius	piano	153	argillo-limoso	Ap	trac.	21,1	26,7	52,0	8,0	7,9	0	8,6	0,14	2,8	0,89	55	—	440	373	0,6	0,1	55	AI
AL	id.	Mad. d'Ittria	id.	160	argillo-limoso	Ap	1	18,4	30,9	50,7	9,4	7,9	0	11,5	0,13	2,6	0,80	78	—	456	1077	trac.	trac.	60	AI
AM	Ortacesus (Cagl.)	Planu Coccoi	id.	157	argillo-limoso	Ap	ass.	12,3	28,6	59,1	10,1	8,1	0	6,4	0,13	2,6	0 77	46	—	288	—	0,37	0,18	54	AM
AN	id.	Reg. Bangius	id.	153	argillo-limoso	Ap	ass.	12,2	23,6	64,2	7,8	7,9	0	4,6	0,15	3,0	—	54	-	384	1045	1,0	0,58	64	AN
AO	id.	S.Bartolomeo	declivio	170	argillo-sabbioso poco ciottoloso	Mp	8	51,0	11,0	38,0	5,5	8,2	0	16,5	0,13	2,6	—	32	—	576	1053	trac.	trac.	54	AO
AP	id.	Camposanto	piano	154	argillo-limoso	Ap	ass.	18,77	26,2	55,1	7,8	7,9	0	12,3	0,14	2,8	—	63	—	432	1328	1,2	0,78	52	AP
AQ	id.	Re. Piscinittu	id.	161	argillo-limoso	Ap	ass.	9,8	37,4	52,8	9,1	7,7	0	15,5	0,24	4,8	—	111	—	576	1620	1,6	0,29	58	AQ
AR	Guasila (Cagliari)	Str.p.Senorbì	id.	165	argillo-limoso	Ap	ass.	16,1	34,6	49,3	8,0	7,9	0	19,7	0,21	4,2	—	105	—	660	1806	0,76	0,46	54	AR
AS	id.	San Marco	id.	185	argillo-limoso	Ap	12	32,7	23,2	44,1	4,9	7,9	0	21,3	0,16	3,2	—	150	—	1020	1377	tracce		50	AS
AT	id.	Costa Ballanna	forte decl.	200	argillo-sabbioso calcareo	Rp	14	48,7	13,4	37,9	3,6	7,9	0	34,9	0,09	1,8	—	99	—	336	1595	tracce		34	AT
AV	id.	San Marco	piano	187	argillo-limoso	Ap	10	28,9	24,9	42,2	7,3	7,9	0	13,4	0,14	2,8	—	148	—	384	810	tracce		46	AV
AZ	id.	id.	id.	182	limo-argilloso	Ap	10	23,9	48,1	28,0	8,2	8,1	0	11,2	0,16	3,2	—	255	-	1260	1255	tracce		54	AZ
BA	id.	Pauli Bois	id.	162	argillo-limoso	Ap	11	31,6	28,0	40,4	7,4	8,1	0	21,8	0,19	3,8	—	165	—	576	1344	tracce		56	BA
BB	id.	PlanuArcedda	declivio	168	argillo-sabbioso, ciottoloso, calcar.	Mp	40	49,6	12,9	37,7	3,9	7,9	0	25,1	0,11	2,2	—	102	0,04	492	2115	tracce		42	BB
BC	id.	Mad. d'Ittria	piano	162	argillo-limoso	Ap	ass.	17,8	29,5	52,7	9,5	7,9	0	6,4	0,14	2,8	—	113	—	780	729	tracce		54	BC
BD	Guasila (Cagliari)	Pixina Longa	collina p.	168	argillo-sabbioso	Mp	1	37,6	16,8	45,6	4,3	7,9	0	23,2	0,24	4,9		35	-	288	—	tracce		48	BD
BE	id.	Gora is Tramatzus	piano	177	argillo-limoso	Ap	4	20,5	27,5	52,6	5,1	7,8	0	21,1	0,16	3,3	—	44	0,17	666	—	tracce		56	BE
BF	id.	Sottos. a 60-70cm	—	—	argillo-limoso	Ap	ass.	20,0	26,0	54,0	5,3	7,8	0	21,6	0,15	3,0	—	35	—	288	—	0,51	trac.	58	BF
BG	Senorbì (Cagliari)	Fontana Bangius	legg. decl.	155	sabbio-argilloso, calcareo	Ms	ass.	63,5	4,7	21,8	2,0	7,7	0	4,1	0,13	2,6	-	36	—	348		tracce		42	BG
BH	id.	Concas de Basciu	piano depr.	151	argillo-umifero	Ah	ass.	—	—	—	—	> 9	0	6,7	0,34	6,8	—	—	—	—	—	0,92	0,23	58	BH

Deboli proporzioni di sali solubili si trovano anche in molti terreni della piana e dei declivi ad essa afferenti.

I terreni collinari hanno talvolta limitato spessore, ma la discreta friabilità delle rocce, qua e là affioranti, rende facilmente attuabili gli scassi profondi.

Le lavorazioni profonde sono peraltro richieste anche nei terreni della piana, permeabili nello strato superficiale in virtù di un'ottima struttura fisica malgrado l'elevato tenore di argilla, ma pressochè impermeabili al disotto del letto di aratura per la costipazione del sottosuolo argilloso.

Necessita approfondire lo strato suscettibile di imbibizione irrigua, anche ai fini di un allargamento della ruota e di una riduzione dei disperdimenti di acqua. Le lavorazioni stesse ed un'appropriata sistemazione idraulica-agraria sono richieste infine per conferire al suolo della piana una stato di sanità idrica, col quale esso potrà sviluppare le sue notevoli attitudini produttive.

Sassari, giugno 1953.

Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee
dell'Università di Sassari
(Direttore inc.: Prof. Raffaele Barbieri)

Possibilità di coltivazione in Sardegna della barbabietola da zucchero a semina autunnale.
(Contributo sperimentale)

Raffaele Barbieri

ASPETTI DEL PROBLEMA DELLA NASCENTE BIETICOLTURA SARDA

Con una popolazione di 1.266.839 abitanti la Sardegna, nel 1951, ha consumato 106.222 q.li di zucchero, pari cioè a un consumo pro-capite di Kg. 8,385. La media nazionale del consumo pro-capite risulta di Kg. 10.188 (considerando il solo zucchero passato al consumo diretto, senza tener conto del quantitativo assorbito dalle industrie, nel qual caso la media risulta di Kg. 12,54). Con tale consumo l'Isola occupa l'undicesimo posto tra le diciannove regioni italiane. Ma mentre la provincia di Cagliari ha presentato un consumo pro-capite di circa Kg. 9,98 e quella di Sassari di Kg. 9,06, il consumo della provincia di Nuoro è risultato di appena Kg. 3,32 pro-capite (1).

Legittimo è quindi auspicare un incremento di consumo di zucchero tra le popolazioni sarde.

Fino ad oggi la Sardegna ha importato tutto lo zucchero necessario al suo fabbisogno, ma da quest'anno le terre sarde hanno cominciato a coltivare barbabietola e un primo zuccherificio entrerà in funzione a Oristano.

La coltivazione della barbabietola da zucchero a ciclo primaverile-estivo è ritenuta attuabile con successo in Sardegna, particolarmente nelle pianure del Campidano, s'intende con l'ausilio dell'irrigazione. E in verità fin dal 1896, Cucovich e Mameli - Cubeddu (2) dimostrarono le possibilità di coltivare la bietola da zucchero nelle terre irrigabili. Senza irri-

---

(1) De Marzi G. — Il consumo di zucchero in Italia nel 1951. *L'industria saccarifera italiana*, 3-4, 1953.

(2) Cucovich e Mameli - Cubeddu — Esperimenti di coltivazione della bietola da zucchero — *Annuario Scuola di Viticoltura*, Cagliari, 4, 1896.

gazione è inutile tentare con convenienza la coltivazione primaverile-estiva di questa saccarifera, a meno che non ci si trovi in particolari terreni, naturalmente freschi, condizione ben rara a riscontrarsi.

Ammesso quindi, allo stato attuale, un consumo annuo di zucchero nell'Isola di circa 110 mila q.li e senza voler pensare a un incremento di consumo o a possibilità di esportazione in continente, ammettendo prudenzialmente produzioni di zucchero per Ha. di 40 quintali, possibili a realizzare in coltivazioni irrigue, la bieticoltura della Sardegna potrà spingersi ai 2.500 ettari.

Si ha intenzione di portare la bieticoltura sarda a tale limite?

La risposta non dovrebbe essere che affermativa. Con la trasformazione intrapresa nel Campidano, la superficie irrigua, in breve volgere di anni, si estenderà e la coltivazione della bietola potrà assolvere una funzione d'indubbia importanza nei nuovi ordinamenti produttivi che andranno a stabilirsi.

Con l'aumento della superficie e quindi della produzione delle bietole, è chiaro che il solo zuccherificio di Oristano (della potenzialità lavorativa, pare, di 50 mila q.li di zucchero) non sarà sufficiente. Tanto più che per le particolari condizioni climatiche la maturazione « industriale » delle bietole avverrà in un periodo di tempo non lungo, tra la seconda metà di luglio e agosto: sicchè la campagna lavorativa dello zuccherificio sarà forzatamente una « corta campagna ».

Se si vuole estendere la bieticoltura sarda bisogna porre il problema dell'impianto di un secondo zuccherificio tra pochi anni, oppure attuare la conservazione delle bietole con speciali procedimenti (es. l'essiccamento) per lavorarle in una seconda fase. Nell'uno o nell'altro caso si tratta pur sempre di investimenti di capitali. La soluzione ideale sarebbe quella di pervenire a raccolte scalari, consentendo così allo zuccherificio di allungare la campagna lavorativa: potrebbero in tal modo venire meglio sfruttati gli impianti e ottenersi gli stessi risultati come se si impiantasse un nuovo stabilimento.

Da qui la necessità di approfondire studi su particolari problemi di ordine biologico-colturale. Ma semine tardive — almeno da quanto si è ottenuto in altri ambienti — portano ad abbassamenti di resa (1) e non sappiamo fino a quale limite esse potrebbero consigliarsi nell'ambiente

---

(1) Mancini E. — Per il miglioramento della coltivazione della barbabietola da zucchero — *L'Industria saccarifera italiana*, 1-2, 1953.

sardo. Per ciò la necessità di provare più varietà, per studiare se esiste la possibilità d'impiego di varietà a differente lunghezza di ciclo vegetativo e quindi a differente epoca di raccolta. Per ciò la necessità di sperimentare nell'ambiente sardo particolari fattori: epoca e modalità di irrigazione, investimenti per unità di superficie, concimazioni.

Tutto questo per le comuni coltivazioni a ciclo primaverile-estivo.

NECESSITA' DI STUDIARE IL COMPORTAMENTO DELLA BIETOLA A SEMINA AUTUNNALE

Ma la bieticoltura sarda deve puntare solamente sulle coltivazioni a semina primaverile?

Nelle regioni meridionali si parla da anni della barbabietola da zucchero a semina autunnale.

Il compianto prof. Munerati, direttore della Stazione sperimentale di bieticoltura di Rovigo, era fautore per le regioni del Mezzogiorno della semina autunnale, tanto è vero che aveva ottenuto tipi di bietola adattabili per tali semine. E il compianto prof. Pantanelli, in una memoria di alcuni anni or sono (1), riassumendo i contributi sperimentali portati da Autori italiani e stranieri, nonchè la sua sperimentazione, riteneva possibile la coltura autunno-invernale asciutta in tutte le località in cui piovono almeno 400 mm. dal settembre all'aprile.

Donà dalle Rose (2), in base ai risultati di due anni di sperimentazione in agro romano — 1948-49 e 1949-50 — ritiene che « l'affermazione di questo tipo di bieticoltura conservi per l'ambiente del Mezzogiorno assai concrete possibilità » e « che valga di conseguenza la pena di percorrere fino in fondo la strada segnata soprattutto dal miglioramento genetico della saccarifera ai fini proposti ».

Noi siamo stati dell'avviso di iniziare specifici studi qui in Sardegna. Seminando la bietola in autunno, potrà essere possibile pervenire a raccolte anticipate rispetto alle coltivazioni primaverili-estive e in questo caso il periodo di lavorazione degli zuccherifici verrà ad essere allungato. In

---

(1) PANTANELLI E. — Coltura invernale della bietola nel Mezzogiorno — *Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Bari*, VI, 1948.

(2) DONÀ DALLE ROSE A. — Sulla coltivazione della barbabietola da zucchero a semina autunnale in terre asciutte del Mezzogiorno — *La ricerca scientifica*, 10, 1949.

id. — Barbabietola da zucchero a semina autunnale in terre asciutte del Mezzogiorno. — *Annali Tecnica Agraria*, III - IV, 1950.

altri termini, associando alle produzioni provenienti da colture primaverili-estive quelle provenienti da colture a semine autunnali, il problema prospettato potrebbe trovare soluzione. Ma v'ha di più. La bietola autunnale, fino ad aprile, può utilizzare l'acqua di pioggia più che abbondante, in generale, nelle nostre zone durante il periodo autunno-invernale; potrebbe occorrere, forse, solo qualche irrigazione di soccorso, in particolari zone e in particolari annate, nei periodi primaverili, durante la fase in cui massimo è l'accrescimento radicale delle piante provenienti da semine autunnali.

Sono questi i principali motivi che ci hanno consigliato di intraprendere le esperienze delle quali rendiamo conto nella presente Nota.

PRECEDENTI PROVE CONDOTTE DALL'ISTITUTO TECNICO AGRARIO DI SASSARI

Già nel 1950-51, l'Istituto tecnico agrario di Sassari aveva condotto prove nell'azienda dell'Istituto medesimo. Vennero saggiate due varietà: una « autunnale », denominata « Rovigo 1 » e il cui seme era stato fornito dalla Stazione sperimentale di bieticoltura di Rovigo e una « normale », la « Cesena P », il cui seme era stato fornito dalla Società agricola dell'agro Pontino. La semina venne effettuata il 9 ottobre 1950, su terreno accuratamente preparato, adottando distanze di cm. 40 × 25.

L'andamento stagionale fu abbastanza favorevole per precipitazioni e per temperature: da ottobre a giugno caddero mm. 536,8 di pioggia così distribuiti

ottobre	1950:	mm.	27,6
novembre	»	»	57,2
dicembre	»	»	127,4
gennaio	1951	»	84,8
febbraio	»	»	71,4
marzo	»	»	75,6
aprile	»	»	14,0
maggio	»	»	78,8

Il decorso termico fu abbastanza mite, con nessun minimo assoluto sotto zero. Le temperature più basse si registrarono in dicembre, con un minimo di 0°,4 e in febbraio con minimi di 2°-3°.

I risultati di queste prove, sono stati da noi elaborati.

Va innanzi tutto preso in considerazione il fenomeno della « prefioritura ». Dai rilievi compiuti, a partire dal 30 aprile, sulla percentuale di piante « prefiorite », si sono tratti i seguenti valori:

Tabella I

DATA	Tipo autunnale «Rovigo 1»	Tipo normale «Cesena P»
30 aprile	1.8 %	18.0
11 maggio	4.3	34.0
21 maggio	16.0	57.0
5 giugno	18.0	96.0
20 giugno	23.0	100.0

Il peso unitario delle radici e il titolo zuccherino (determinato quest'ultimo col metodo Fehling) per le piante non prefiorite risultarono i seguenti per i cinque estirpamenti:

Tabella II

DATA degli estirpamenti	Tipo autunnale		Tipo normale	
	peso medio delle radici gr.	Titolo zuccherino %	peso medio delle radici gr.	Titolo zuccherino %
30 aprile	66	—	55	—
11 maggio	110	12.80	71	12.50
21 maggio	120	13.50	82	12.90
5 giugno	135	15.20	96	13.90
20 giugno	155	16.75	—	—

Questi risultati devono considerarsi puramente orientativi. Appare intanto chiaro l'andamento della prefioritura: in giugno la percentuale di piante prefiorite risultava più o meno elevata (dal 18 al 23 %) e per di più il peso unitario delle radici era piuttosto basso. Calcolata per ettaro la produzione di radici di piante non prefiorite, all'ultimo estirpamento, essa risultava di q.li 119,35 e la produzione di zucchero/Ha. intorno a 20 quintali. Produzione non certo soddisfacente.

LA NOSTRA SPERIMENTAZIONE

1. — Impianto e conduzione delle prove.

Le prove hanno avuto inizio nell'ottobre 1952. Dalla Stazione sperimentale di bieticoltura di Rovigo ci pervenne il seme di due tipi autunnali,

distinti con le indicazioni « SB-2-» e « SB-3 ». Per i necessari controlli ci procurammo seme di tre tipi « normali »: « Cesena P », « Mezzano P » e « Dippe E ».

L'appezzamento prescelto per le prove trovasi ubicato nella azienda dell'Istituto tecnico agrario di Sassari. All'analisi, eseguita avanti la semina, il terreno ha presentato le seguenti caratteristiche: 52,8 % tra sabbia grossa e sabbia fina; 45 % tra limo e argilla. Il contenuto in N è risultato di 0,175 %, quello di P_2O_5 di 0,086 % e quello di K_2O di 0,013. Molto ricco in calcare (44 %), il terreno presenta reazione sub-alcalina (pH = 7,7).

I principali dati di coltivazione sono:

coltura precedente: pomodoro;

aratura alla profondità di cm. 30 e successiva erpicatura;

concimazione presemina: perfosfato q.li 6 per Ha; solfato ammonico q.li 2;

epoca di semina: 20 ottobre. La mancanza di terreno a disposizione non permise di sperimentare altre epoche;

distanze di semina: cm. 50 tra le file, 25 sulle file. Semina effettuata a buchette, mettendo a dimora più semi;

diradamento: in due tempi, a metà novembre e nella terza decade di dicembre;

sarchiature: 8 e 26 maggio.

Le prove sono state realizzate su parcelle di 50 mq. con cinque ripetizioni.

2. — L'andamento climatico.

Per quanto riguarda le precipitazioni si è avuta a Sassari un'annata che può dirsi eccezionale. Da ottobre a giugno sono caduti 768 mm. di pioggia, così distribuiti:

Tabella III

MESI	Iª decade	IIª decade	IIIª decade	Totale
1952: ottobre	18.6	8.8	42.0	69.4
novembre	10.0	28.2	14.2	52.4
dicembre	27.0	54.0	21.2	102.2
1953: gennaio	88.2	3.4	8.8	100.4
febbraio	5.6	134.6	—	140.2
marzo	35.8	13.2	5.4	54.4
aprile	—	18.3	27.6	45.9
maggio	18.0	—	43.0	61.0
giugno	138.2	3.8	0.2	142.2

Assolutamente eccezionali sono state le piogge di giugno, cadute tra l'8 e il 9 (ben mm. 137,4): si è trattato di piogge torrenziali, che hanno determinato danni in alcune zone.

Se per quantità e distribuzione il regime pluviometrico è stato favorevole, non altrettanto può dirsi per l'andamento delle temperature.

In dicembre si sono registrate temperature minime dí 1°-2° (giorni 9 - 10 - 11 - 23); in gennaio, per tutta la seconda decade e parte della terza decade, le temperature minime hanno quotidianamente raggiunto valori sotto zero (fino a — 4°, giorno 12), mentre le massime nello stesso periodo si sono mantenute fra 9° e 13°. In febbraio, pur non avendo raggiunto valori sotto zero, per buona parte del mese le temperature minime hanno toccato 1°-2° e talvolta meno (0°,5). In marzo (prima decade) le minime hanno toccato 3°,1. In aprile le minime si sono pure mantenute basse, fino a 4°,7 (giorno 16). A partire dalla terza decade di aprile la temperatura ha ripreso un andamento più o meno normale.

In altri termini la stagione invernale è stata caratterizzata, quest'anno, da basse temperature e da gelate, alle quali tuttavia le piantine hanno resistito, pur avendo avuto mortificazioni dell'apparato fogliare.

Con l'elevarsi delle temperature — in aprile — si è manifestato il risveglio della vegetazione delle piante e non difettando il regime pluviometrico le colture in maggio presentavano ottimo aspetto.

In maggio però già cominciavano a notarsi piante tendenti a prefiorire.

Di proposito si decise di iniziare gli estirpamenti il 20 giugno, e questo perchè, in base alle prove condotte nel 1950 nella stessa azienda dall'Istituto tecnico agrario — i risultati delle quali abbiamo avanti riassunto — si era notato che prima di tale data l'accrescimento delle radice risultava ancora modesto.

Si effettuarono successivamente altri tre estirpamenti a distanza di una settimana l'uno dall'altro. Sicchè sono stati eseguiti 4 estirpamenti: rispettivamente il 20 e il 27 giugno, il 4 e l'11 luglio. Gli estirpamenti sono stati effettuati con metodo, consentendo la protezione delle piante necessarie agli estirpamenti successivi con due file marginali.

3. — Risultati.

I rilievi compiuti sulle piante di ogni estirpamento riguardano: andamento della prefioritura, peso medio delle radici scollettate, peso medio della parte aerea, titolo zuccherino.

a) *Andamento della prefioritura.*

Si riassumono nella seguente tabella IV, per ogni estirpamento, i valori medi delle cinque ripetizioni riguardanti le percentuali di piante prefiorite:

Tabella IV

VARIETA'	ESTIRPAMENTI			
	1° (20-VI)	2° (27-VI)	3° (4-VII)	4° (11-VII)
SB-2 (aut.)	22.0 ± 0.71	30.6 ± 2.20	36.2 ± 5.33	35.0 ± 2.96
SB-3 (aut.)	15.4 ± 2.36	19.8 ± 1.02	25.8 ± 1.95	26.6 ± 4.23
Differenza di SB-2 rispetto a SB-3	6.6 (x)	10.8 (xx)	10.4 (n. s.)	8.4 (n. s.)
Cesena P	90.6 ± 3.00	97.6 ± 1.79	100	100
Mezzano P	94.0 ± 2.10	98.2 ± 1.34	98.4 ± 1.05	100
Dippe E	66.4 ± 6.57	74.6 ± 4.85	83.6 ± 4.28	74.5 ± 7.20

(x) Differenza significativa alla probabilità di 0.05.
(xx) » » » » di 0.01.
(n.s.) » non significativa.

Emergono nette le differenze tra i tipi autunnali e i tipi normali. È superfluo insistere in future esperienze con questi ultimi tipi, che portano a percentuali di prefioritura elevatissime o totali, come abbiamo potuto riscontrare anche in altre prove condotte in Campania.

Tra i due tipi autunnali, quello indicato con « SB-3 » ha portato, come si è visto, a minori percentuali di prefioritura, con differenze significative però solo al 1° e al 2° estirpamento.

Tra le varietà « normali » la « Dippe » ha rivelato minore tendenza alla prefioritura rispetto alla « Cesena » e alla « Mezzano ».

I valori della prefioritura rilevati nei vari estirpamenti per le singole varietà, così come sono stati esposti nella precedente tabella, portano a constatare le seguenti differenze tra un estirpamento e l'altro (queste differenze dànno un'idea del progredire della prefioritura in relazione all'epoca di estirpamento):

Tabella V

VARIETÀ	al 2° estirpamento	al 3° estirpamento		al 4° estirpamento		
	differenza rispetto al	differenza rispetto al		differenza rispetto al		
	1° estirpamento	1° estirpamento	2° estirpamento	1° estirpamento	2° estirpamento	3° estirpamento
SB-2 (aut)	8.6 (xx)	14.2 (x)	5.6 (n.s.)	13.0 (xx)	4.4 (n.s.)	-1.2 (n.s.)
SB-3 (aut)	4.4 (n.s)	10.4 (x)	6.0 (x)	11.2 (x)	6.8 (n.s.)	0.8 (n.s.)
Cesena P	7.0 (n.s.)	9.4 (x)	2.4 (n.s.)	9.4 (x)	2.4 (n.s.)	—
Mezzano P	4.2 (n.s.)	4.4 (n.s.)	0.2 (n.s.)	6.0 (x)	1.8 (n.s.)	1.6 (n.s.)
Dippe E	8.2 (n.s.)	17.2 (n.s.)	9.0 (n.s.)	8.1 (n.s.)	—	—9.1 (n.s.)

(x) significativa alla probabilità di 0.05.
(xx) » » » di 0.01.
(n.s.) non significativa.

Maggiori differenze apprezzabili, per le due varietà autunnali, si rilevano nei due ultimi estirpamenti rispetto al primo. S'intravede cioè un deciso aumento della prefioritura fino al terzo estirpamento. Tra terzo e quarto estirpamento non si notano differenze.

Per le altre varietà, Cesena e Mezzano, pur con qualche differenza significativa per la Cesena al 3° e al 4° estirpamento rispetto al 1°, praticamente può ritenersi che già al primo estirpamento la percentuale di prefioritura è quasi totale; per la Dippe nessuna differenza fra gli estirpamenti è apprezzabile.

b) *Peso medio delle radici.*

Per ogni estirpamento è stato determinato il peso medio delle radici scollettate, avendo cura di praticare l'operazione di scollettatura in maniera quanto più possibile uniforme e di pulire le radici dalla terra a mezzo spazzolatura.

I risultati ottenuti (media delle cinque ripetizioni) sono riportati nella tabella VI, rispettivamente per le piante non prefiorite e per le prefiorite:

Tabella VI

Varietà	Piante non prefiorite: gr. estirpamenti				Piante prefiorite: gr. estirpamenti			
	1° (20-6)	2° (27-6)	3° (4-7)	4° (11-7)	1° (20-6)	2° (27-6)	3° (4-7)	4° (11-7)
SB-2 (aut.)	215 ± 8.6	243 ± 10.5	301 ± 23.4	378 ± 23.1	269 ± 36.1	284 ± 25.7	296 ± 18.9	281 ± 21.0
SB-3 (aut.)	219 ± 23.3	310 ± 37-2	305 ± 25.6	411 ± 26.5	224 ± 26.3	395 ± 36.6	420 ± 60.1	394 ± 43.1
Cesena P	171 ± 23.1	—	—	—	154 ± 15-3	152 ± 23.1	132 ± 21.1	101 ± 9.9
Mezzano P	120 ± 21.6	—	—	—	115 ± 16.9	116 ± 13.4	117 ± 12.7	95 ± 8.7
Dippe E	284 ± 22.6	260 ± 11.3	353 ± 38.2	320 ± 13.7	279 ± 28.3	327 ± 18.9	398 ± 33.1	401 ± 19.3

Tra le due varietà autunnali non si rileva differenza significativa: difatti le differenze a favore di SB-3 rispetto a SB-2 nelle radici di piante non prefiorite risultano le seguenti, tutte non significative:

al 1° estirpamento: gr. 4
» 2° » » 67
» 3° » » 4
» 4° » » 33

Per quanto riguarda le piante « prefiorite » nei tipi autunnali, il peso medio delle radici tende ad essere maggiore nel tipo SB-3, al 2° e al 3° estirpamento.

Se si considerano ora gli accrescimenti ponderali attraverso i 4 estirpamenti, nelle due varietà autunnali, si rilevano i seguenti incrementi nel peso medio delle radici per le piante non prefiorite:

Tabella VII

Varietà	Al 2° estirp. rispetto al	Al 3° estirpamento rispetto al		Al 4° estirpamento rispetto al		
	1°	1°	2°	1°	2°	3°
SB-2	gr. 28 (p.s.)	86 (xx)	58 (p.s.)	163 (xx)	135 (xx)	77 (x)
SB-3	gr. 91 (p.s.)	86 (x)	—	192 (xx)	101 (p.s.)	106 (x)

(x) Differenza significativa per P = 0.05.
(xx) » » » P = 0.01.
(p.s.) » poco significativa.

Apprezzabili cioè per le due varietà sono gli incrementi al 3° estirpamento rispetto al 1°, e al 4° estirpamento rispetto al 1° e al 3°. In altri termini, dal punto di vista dell'accrescimento radicale, le piante non prefiorite hanno raggiunto il massimo al quarto estirpamento, praticato a 21 giorni di distanza dal primo.

Nelle piante prefiorite il fenomeno dell'accrescimento radicale dal 1° al 4° estirpamento non si manifesta con chiarezza (farebbe eccezione solo la varietà SB-3 al 3° estirpamento). In realtà, interpretando l'andamento dei dati per tutte le varietà, si constata il fatto che allorquando la pianta comincia a salire in fioritura si ferma l'accrescimento radicale.

c) *Peso unitario della parte aerea.*

I dati ottenuti dalla valutazione del peso della parte aerea dopo la scollettatura (media delle cinque ripetizioni) sono riportati nella tabella VIII:

Tabella VIII

Varietà	Piante non prefiorite: gr.				Piante prefiorite: gr.			
	estirpamenti				estirpamenti			
	1° (20-6)	2° (27-6)	3° (4-7)	4° (11-7)	1° (20 6)	2° (27-6)	3° (4-7	4° (11 7)
SB-2 (aut.)	344 ± 43.3	390 ± 30.5	393 ± 16.3	434 ± 14.8	526 ± 68.2	738 ± 92.4	600 ± 21.6	624 ± 47.7
SB-3 (aut.)	324 ± 18.0	321 ± 30.8	436 ± 23.8	412 ± 25.3	484 ± 47.6	687 ± 62.8	698 ± 66.7	700 ± 117.1
Cesena	239 ± 81.4	—	—	—	438 ± 47.9	495 ± 44.2	518 ± 21.1	542 ± 40.2
Mezzano	260 ± 44.0	—	—	—	412 ± 12.9	501 ± 23.7	549 ± 32.1	499 ± 43.3
Dippe	354 ± 50.7	378 ± 55.4	424 ± 32.1	444 ± 62.4	491 ± 90.5	606 ± 28.8	532 ± 42.5	710 ± 68.0

Pervenendo al calcolo delle differenze nelle piante non prefiorite, praticamente non si rileva differenza significativa alcuna tra le varietà autunnali e la Dippe, con la quale è possibile un confronto.

Per quanto si riferisce agli incrementi tra i vari estirpamenti non si rilevano lo stesso differenze significative. Solo nella varietà autunnale SB-3 appare un incremento al 3° e 4° estirpamento rispetto al primo.

Trascuriamo l'analisi dei risultati delle piante prefiorite, oltre che per la poca significanza delle differenze data l'elevatezza degli errori delle medie, per il fatto che la parte aerea di piante prefiorite praticamente non ha utilizzazione.

d) *Titolo zuccherino delle radici.*

Su campioni di radici di ogni parcella, provenienti da piante non prefiorite e prefiorite, è stato determinato l'indice refrattometrico. I risultati vengono riportati nella tabella IX: essi, come i precedenti, rappresentano le medie delle cinque ripetizioni.

Tabella IX

Varietà	Piante non prefiorite – estirpamenti				Piante prefiorite – estirpamenti			
	1° (20-6)	2° (27-6)	3° (4-7)	4° (11-7)	1° (20-1)	2° (27-6)	3° (4-7)	4° (11-7)
SB-2 (aut)	14.5 ± 0.15	15 6 ± 0.56	16 8 ± 0.78	17.7 ± 0.75	13.8 ± 0.38	15.8 ± 0.60	15.9 ± 0 35	17.1 ± 0.76
SB-3 (aut.)	13.7 ± 0.51	15.8 ± 0.58	16.1 ± 0.47	17.2 ± 0.40	14.0 ± 0.51	14.6 ± 0.41	16.9 ± 0.96	17.6 ± 0.84
Cesena P	14.0 ± 0.52	—	—	—	13.2 ± 0.57	13.8 ± 0.99	14.9 ± 1.16	16.0 ± 0.72
Mezzano P	14.4 ± 0.73	—	—	—	13.7 ± 0.42	13 2 ± 0.84	12.5 ± 0.50	14.9 ± 1.97
Dippe E	13.8 ± 0.39	13.8 ± 0 85	14.5 ± 0.60	14.5 ± 0.45	12.4 ± 0.45	13.4 ± 1.10	14.7 ± 0.88	16.2 ± 0.40

Da notare innanzi tutto che le due varietà autunnali, per tenore zuccherino, sono praticamente uguali.

Se si osserva l'andamento del contenuto zuccherino delle radici di piante non prefiorite, per i diversi estirpamenti si rilevano i seguenti incrementi per quanto riguarda le due varietà autunnali:

Tabella X

Varietà	Al 2° estirp. rispetto al	Al 3° estirpamento rispetto al		Al 4° estirpamento rispetto al		
	1°	1°	2°	1°	2°	3°
SB-2 (a.)	1.1 (n.s.)	2.3 (x)	1.2 (n. s.)	3.2 (xx)	2.1 (n. s.)	0.9 (n. s.)
SB-3 (a.)	2.1 (x)	2.4 (x)	0.3 (n. s.)	3.5 (xx)	1.4 (n. s.)	1.1 (n. s.)

(x) Differenza significativa per P = 0.05.
(xx) » » » P = 0.01.
(n.s.) » non significativa.

Col progredire degli estirpamenti, cioè, aumenta il tenore zuccherino: e le differenze diventano più significative se il 4° estirpamento si paragona al 1°.

Per brevità non scendiamo a un'analisi approfondita del tenore zuccherino nelle radici di piante prefiorite. Appare comunque lo stesso andamento rilevato per le radici non prefiorite: col progredire dell'epoca degli estirpamenti aumenta il tenore zuccherino nelle radici.

Non pare, infine, che le radici di piante prefiorite abbiano un tenore zuccherino maggiore di quello delle radici di piante non prefiorite, almeno per quanto riguarda le varietà autunnali, per le quali è possibile il confronto.

4. — Considerazioni conclusive.

I risultati esposti consentono innanzi tutto di affermare che il problema della bietola a semina autunnale non va sottovalutato e merita ulteriore studio. L'esito delle prove da noi condotte invita a riflettere. Difati se rapportiamo a ettaro i valori del peso uniario delle radici e del peso della parte area, e in base ai tenori zuccherini perveniamo al calcolo della produzione di zucchero/Ha, escludendo le piante « prefiorite » e ammettendo l'investimento di otto piante per mq. adottato nelle nostre prove, si ottengono i risultati esposti nella tab. XI:

Tebella XI

VARIETÀ	Piante non prefiorite a ettaro N.	Produzione radici q.li	Produzione foglie e colletti q.li	Rapporto p. a. / r.	Titolo zuccherino delle radici %	Produzione zucchero a Ha. q.li
		1º estirpamento (20-6)				
SB-2	62.400	134.16	214.66	1.60	14.5	19.45
SB-3	67.680	148.22	219.28	1.48	13.7	20.31
		2º estirpamento (27-6)				
SB-2	55.520	134.91	216.53	1.60	15.6	21.05
SB-3	64.160	198.89	205.95	1.03	15.8	31.42
		3º estirpamento (4-7)				
SB-2	51.040	153.63	200.58	1.30	16.8	25.81
SB-3	59.360	181.48	258.81	1.42	16.1	29.22
		4º estirpamento (11-7)				
SB-2	52.000	196.56	225.68	1.15	17.7	34.79
SB-3	58.720	241.34	241.93	1.00	17.2	41.51

Produzioni e rapporto parte aerea-radici più soddisfacenti si sono realizzati, in definitiva, con la varietà « SB-3 », raccolta tra fine giugno e prima decade di luglio.

Raccolte più anticipate (v. anche prove del 1950) non portano a produzioni convenienti.

Questi risultati si sono però ottenuti nell'ambiente in cui abbiamo sperimentato e con il decorso climatico illustrato, con le varietà indicate, con semina al 20 ottobre e con investimento di 8 piante a mq.

Ma in altre zone — es. nelle pianure del Campidano — con andamenti stagionali diversi, con una tecnica colturale differente (semina più precoce, investimenti maggiori) quali saranno i risultati?

Poniamo per ora l'interrogativo. Esso richiama la necessità di ripetere ed estendere le esperienze.

Soprattutto è necessario mirare al perfezionamento genetico dei tipi adatti per semina autunnale. I tipi provati « SB-2 » e « SB-3 » hanno rivelato in generale buon comportamento, ma nei riguardi della prefioritura — con raccolte nelle epoche in cui sono state da noi effettuate — il numero di piante prefiorite e risultato ancora in un certo senso elevato: da 22 a 35 % nel tipo SB-2; da 15,4 a 26,6 % nel tipo SB-3.

Bisogna tendere a perfezionare questi tipi, per esaltare il carattere di resistenza al fenomeno della prefioritura. Il problema della barbabietola autunnale potrà così trovare soluzione.

RIASSUNTO

Sono state condotte esperienze in agro di Sassari, per esaminare il comportamento della barbabietola da zucchero a semina autunnale.

Il seme di tipi « autunnali », indicati con le sigle SB-2 e SB-3, è stato fornito dalla Stazione sperimentale di bieticoltura di Rovigo. Per paragone, sono state coltivate le comuni varietà « Cesena P », « Mezzano P » e « Dippe E », impiegate nella bieticoltura con semina primaverile.

I risultati ottenuti hanno dimostrato la netta superiorità dei tipi SB-2 e SB-3. Le migliori produzioni si sono realizzate con estirpamenti tra fine giugno e prima decade di luglio, epoca nella quale però i fenomeni di prefioritura nelle due varietà autunnali hanno raggiunto valori oscillanti dal 20 al 35 %.

Il tipo SB-3 si è rivelato superiore al tipo SB-2.

Viene auspicato il proseguimento della sperimentazione e soprattutto il proseguimento del lavoro di miglioramento genetico di varietà « autunnali », per pervenire a tipi dotati di esaltati caratteri di resistenza al fenomeno della « prefioritura ».

Sassari, giugno 1953.

Istituto di Industrie agrarie e di Chimica agraria
dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. V. Morani)

Sul contenuto in molibdeno dei terreni italiani.

Erminio Giovannini
(Incaricato di Chimica generale e inorganica)

In considerazione della deficienza di dati indicativi sul tasso di molibdeno dei terreni italiani, già messa recentemente in rilievo in una mia Nota (1), ho preso in esame una serie di campioni tipici, prelevati nelle varie regioni italiane ad iniziativa della « Società Italiana della Scienza del suolo », nonchè alcuni terreni della Sardegna.

Fra i metodi suggeriti (1) per il microdosaggio del molibdeno, sia nei vegetali che nel suolo, il procedimento colorimetrico, proposto da Nichols e Rogers (2), è il più vantaggioso perchè di facile applicazione e perchè offre nel contempo un limite minimo di sensibilità di un gamma, più che sufficiente per indagini pedologiche correnti; il tenore in molibdeno dei terreni infatti ben raramente scende sotto questo livello.

Il metodo si fonda sulla formazione di complessi tiocianici di molibdeno pentavalente (3), variamente colorati dal giallo ambra al rosso ciliegia, e facilmente estraibili con solventi organici.

Il complesso giallo-ambra, che ricorre nei terreni con maggior frequenzà, prevale sul rosso in difetto di molibdeno, e presenta un massimo di assorbimento a 460 mμ.

Secondo i risultati delle ricerche, condotte da Babko sull'assorbimento, si tratterebbe di vari complesso-ioni, che si differenziano nel numero dei gruppi tiocianici coordinati.

I reagenti necessari per lo sviluppo del complesso sono il solfocianato di potassio e il cloruro stannoso in ambiente acido per acido cloridrico.

Il cloruro stannoso ha il duplice compito di ridurre il molibdeno dalla forma esavalente a quella pentavalente, e il ferro dalla forma trivalente a quella bivalente, favorendo da un lato la formazione del tiocianato di molibdeno e impedendo dall'altra quella del tiocianato ferrico.

La concentrazione del cloruro stannoso in seno alla soluzione ha notevole importanza, come è stato messo in chiaro recentemente da Tri-

balat (3): le curve del potenziale di ossido-riduzione del molibdeno, tracciate in funzione del numero di equivalenti di $SnCl_2$, aggiunti alla soluzione di molibdeno esavalente, in presenza di un eccesso di ioni SCN—, dimostrano che concentrazioni troppo piccole del riducente sono senza effetto, e che esiste un rapporto ottimale al quale corrisponde un graduale accumulo di molibdeno pentavalente (un equivalente di $SnCl_2$ per un equivalente di molibdeno esavalente).

Il grado di acidità del mezzo influenza decisamente il corso della reazione: il complesso giallo-ambra corrisponde di regola ad un acido cloridrico 1:4.

Per l'estrazione del complesso colorato si usano come solventi il cicloesanolo, l'acetato di butile e di amile, l'etere etilico ed altri ancora; il cicloesanolo (4) è preferito all'etere e agli altri solventi in quanto meno volatile e più stabile a temperatura ambiente, sebbene presenti gli inconvenienti di separarsi più lentamente e di dare degli estratti torbidi, compromettendo talvolta il buon andamento delle misure colorimetriche, comunque esse siano condotte.

La determinazione può essere disturbata dalla presenza di altri ioni interferenti oltre il ferro; per maggiori dettagli si rimanda alla Nota (1).

PARTE SPERIMENTALE

a) *Attacco del terreno e solubilizzazione del molibdeno.*

Il terreno (20 gr.), passato al vaglio di 2 mm. e seccato in stufa a 100° C., viene portato in muffola a 400-450° C., evitando temperature più alte, alle quali il molibdeno volatilizza. Si riprende il residuo con 50 cc. di HCl 1:4, si scalda per 10 minuti, si filtra, si lava per decantazione con 50 cc. di HCl 1:4 e poi a fondo con acqua, e si conserva a parte l'estratto così ottenuto.

Filtro e residuo vengono posti in capsula di platino e si scalda in muffola a 450° C.; a freddo si aggiungono 50 cc. di acqua, 2 cc. di H_2SO_4 conc. e 50 cc. di ac. fluoridrico al 48 %, si evapora a b. m. e si calcina ancora in muffola a 450° C. Si ripete l'attacco con ac. fluoridrico, nuovamente si evapora e si calcina.

Con questo trattamento il silicio volatilizza come tetrafluoruro, riducendo al minimo le occlusioni di molibdeno nel residuo (occlusioni, che si fanno invece più sensibili nell'attacco del terreno per fusione alcalina).

Si raffredda, si addiziona 100 cc. di acqua e 10 cc. di HCl conc., si riscalda, si filtra se necessario; l'estratto così ottenuto viene aggiunto al precedente, si concentra e si porta il tutto a volume in matraccio da 100 cc.

b) *Sviluppo e dosaggio del complesso cromatico.*

Su un'aliquota dei 100 cc. di soluzione, che sarà scelta opportunamente, caso per caso, secondo i contenuti di molibdeno e di ferro, valutati approssimativamente attraverso un saggio preliminare, si procede, previo controllo dell'acidità, allo sviluppo del complesso colorato e al suo dosaggio.

All'aliquota così prelevata e portata in un matraccio da 50 cc. si addiziona, se necessario, HCl 1:4, quindi il solfocianato (soluzione acquosa al 10 %) e il cloruro stannoso (10 gr. di $SnCl_2 . 2H_2O$ in 100 cc. di HCl 1:9) nelle quantità volute e utili per portare il tutto a volume; 3 cc. dell'uno e dell'altro reattivo sono sufficienti. Si agita, si travasa in imbuto separatore da 100 cc., dove si aggiungono successivamente 20 cc. di cicloesanolo, pretrattato con 1/10 in volume di quantità uguali di solfocianato e cloruro stannoso. Si agita e si lascia riposare; per concentrazioni di molibdeno dell'ordine di 2 p.p.m., già alla prima estrazione il complesso colorato viene asportato totalmente.

Entro lo spazio di 1 ora si pipetta quindi cautamente lo strato superiore di cicloesanolo e si legge al Duboscq (Hellige) in comparazione con la soluzione standard, sviluppata contemporaneamente (Per la preparazione della soluzione madre di molibdeno esavalente si sciolgono gr. 0,2522 di Na_2MoO_4 in 1 litro di H_2SO_4 1:200. Questa soluzione contiene 0,1 mgr. di molibdeno per cc. Al sale di sodio si può sostituire quello di ammonio usando gr. 0,2042 per litro). È conveniente disporre sul momento di 2 standards, di concentrazione variabile da 0,1 a 0,5 p.p.m.

L'estratto in cicloesanolo, se torbido, si centrifuga.

Si riportano nella tabella allegata i risultati ottenuti, integrati da altri valori analitici.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Come fu riferito (1), sul problema del contenuto di molibdeno nel terreno i pareri sono tuttora discordi; la maggioranza degli Autori (5) dà dei valori che, in media, si aggirano sulle 2 p.p.m., e che contrastano nettamente coi dati registrati da altri (6) pei quali il molibdeno totale dovrebbe aggirarsi su medie, notevolmente più alte, di 25 e 30 p.p.m., nonchè con quelli riportati sulla tavola degli elementi minori di Fersman (10

Tabella I: RISULTATI ANALITICI

N. del camp.	LOCALITÀ	NATURA e GIACITURA	COLTURA	Reazione pH	Calcare %	Carbonio organico % (1)	Azoto totale %	Molibdeno totale in p.p.m.
28	BRIANZA	Diluviale	—	5,7	ass.	0,82	0,105	2,02
29	ASTIGIANO	—	Vigneto	7,2	ass.	0,41	0,077	2,20
30	VERCELLESE	—	Risaia	7,1	ass.	1,29	0,189	1,75
31	TIRRENIA (Tomboli)	Eolico	—	7,7	2,9	0,24	0,042	0,89
32	VOLTERRANO	Pliocenico	—	7,8	5,2	0,59	0,098	1,42
33	PUGLIE	Terra rossa	—	6,0	2,4	0,91	0,140	7,20
34	LOMBARDIA	Alluvionale leggero - marcita	—	—	ass.	7,66	0,173	3,31
570	ARBOREA (Sardegna)	—	—	—	ass.	0,03	0,017	0,12
636	ELMAS (»)	Piano	Agrumeto-vigneto	8,1	tracce	1,06	0,143	2,60
654	DECIMOPUTZU (»)	Piano seminativo arato	—	6,0	ass.	1,25	0,161	2,50
663	MONASTIR (»)	Leggero declivio	—	7,0	ass.	0,73	0,094	2,60
680	SASSU (»)	Stagno	—	8,8	ass.	0,79	0,115	0,60

(1) Grado di finezza : 1 mm.

p.p.m.) e ancora con quelli trovati da Rankama e Sahama (7), i quali sostengono valori compresi fra 2,5 e 15 p.p.m.

I contenuti di molibdeno, riscontrati in questa prima serie di terreni italiani, sono molto significativi, non tanto per il numero dei campioni analizzati, quanto per la loro disparata origine geologica e per la loro diversa tessitura. Si può osservare che, se si prescinde dal valore di 7,2 p.p.m., rilevato su un campione tipico di terra rossa pugliese, la media oscilla su 2 p.p.m.

Meritano di essere segnalati i valori relativamente bassi riscontrati nei terreni sabbiosi di Arborea (0,1 p.p.m.) e di Tirrenia (0,89 p.p.m.), nonchè quello dello stagno di Sassu (0,6 p.p.m.).

Questi ultimi valori sono tuttavia di gran lunga maggiori rispetto a quelli riscontrati da Bottini e Marsella (8) su alcuni terreni della zona di Imperia e che si ha motivo di ritenere poco attendibili.

RIASSUNTO

Vengono esaminati i terreni italiani ai fini della determinazione del molibdeno totale. I risultati indicano che, prevalentemente, i terreni hanno un contenuto di circa m p.p.m.; vanno particolarmente segnalati, per la loro carenza, le sabbie di Arborea e di Tirrenia nonchè il terreno dello stagno di Sassu.

BIBLIOGRAFIA

(1) Giovannini, E. - Supplemento agli Annali della Sperimentazione Agraria, 1953, nuova serie, vol. VII.
(2) J. Soc. Chem. Ind., 1944, 16, 137.
(3) Babko, A. K. J. Gen. Chem. U. S. S. R. 17, 642 (1947); Tribalat, S., Ann. Chim. 4, 289, (1949).
(4) Hurd, L., Allen, H. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed., 1934, 6, 477.
(5) Barshad, Soil Sci., 1948, 66, 187-195; Evans, Purvis, Agron. Jour., 1951, 43: 70-71; Vinogradov, Vinogradova, Doklady Akad. Nauk U. S. S. R., 1948, 62: 657-59; Trelles, Amato, Soc. Cient. Argentina An., 1950, 1949: 93-107; Robinson, Alexander, Soil Sci., 1953, 75: 287-291.
(6) Bertrand, Compt. rend. Akad. Sci. (Paris), 1940, 211: 406-408; Fujimoto e Sherman, Agron. Jour., 1951, 43: 420-429.
(7) Geochemistry. Chicago, University of Chicago Press, 1950.
(8) Bottini E., Marsella R. — Annali Sperim. Agr., 1952, n. s., vol. VI, n. 6, pp. 1659-1679.

Sassari, luglio 1953.

Istituto di Entomologia agraria
dell'Università di Sassari
(Direttore inc.: Prof. MINOS MARTELLI)

Corologia sarda di due Lepidotteri endofiti nel Granoturco (Zea mays L.)

MINOS MARTELLI

La Piralide, *Pyrausta nubilalis* Hb., e la Nottua del granoturco, *Sesamia cretica* Led., sono abbastanza conosciute anche in Italia per quanto riguarda la biologia ed i danni (1); scarse ed imprecise sono invece le notizie sulla loro diffusione nelle varie regioni del nostro Paese. Si suole dire, e ripetere, che nell'Italia centro-settentrionale predomina la Piralide ed in quella centro-meridionale la Nottua, ma non si hanno al riguardo dati corologici sicuri e controllati, anche perchè, come ho già avuto occasione di fare presente per alcune località dell'Emilia (2), si riscontrano spostamenti nelle diverse zone, che fanno prevalere, di anno in anno, ora l'una ora l'altra delle due specie.

A riguardo della distribuzione geografica in Italia delle due specie possiamo contare su pochi elementi, forniti da Cuscianna (3) per l'Istria (Trieste, Fiume) e per la provincia di Gorizia, da Frediani (4) per la pro-

---

(1) Dico « abbastanza conosciute » perchè da noi, a differenza di quanto è stato fatto, ad esempio, negli Stati Uniti d'America, non sono state ancora compiute ricerche su punti di grande interesse. Basti, a titolo di esempio, ricordare quello sulla presenza o meno di razze mono- e polivoltine (già note per la *Pyrausta*) legate rispettivamente ad una dieta mono-oligofaga e ad una polifaga. Non è ovviamente il caso che io mi dilunghi su tale argomento; rimando chi ne avesse interesse alle notizie sintetiche fornite recentemente da LEES A. D. (*The Physiology of Diapause*) in Science Progress, London, XXXVIII (152), 1950, pp. 735-742. - Cfr. pp. 738-739.

(2) MARTELLI M. - *Contributi alla conoscenza dell'Entomofauna del Granoturco* (Zea mays L.). *I: Nota preliminare.* - Boll. Istit. Entom. Univ. Bologna, X, 1938, pp. 139-166, 5 tavv. - Cfr. p. 159.

(3) CUSCIANNA N. - *La* Sesamia cretica *Led. in provincia di Trieste.* - Boll. Lab. Entom. Bologna, VII, 1934, pp. 241-262, 12 figg. - Cfr. p. 241.

(4) FREDIANI D. - *Contributo alla conoscenza della* Sesamia cretica *Led.* (*Lepidoptera Noctuidae*). - Boll. Lab. Entom. Agr., Portici, XI, 1952, pp. 51-98, 30 figg. - Cfr. p. 51.

vincia di Pisa e da Mariani nel Catalogo dei Lepidotteri (1). I dati di quest'ultimo autore sono indubbiamente i più completi, ma con ogni probabilità non rispecchiano la reale situazione del nostro Paese: infatti mentre la *Pyrausta* è citata delle Alpi Marittime, della Lombardia, del Trentino, del Veneto, dell'Emilia, della Toscana, della Campania, della Sicilia e della Sardegna (praticamente di tutta Italia), la *Sesamia* risulta presente soltanto in Istria, in Toscana, negli Abruzzi, nel Lazio, in Campania ed in Sardegna.

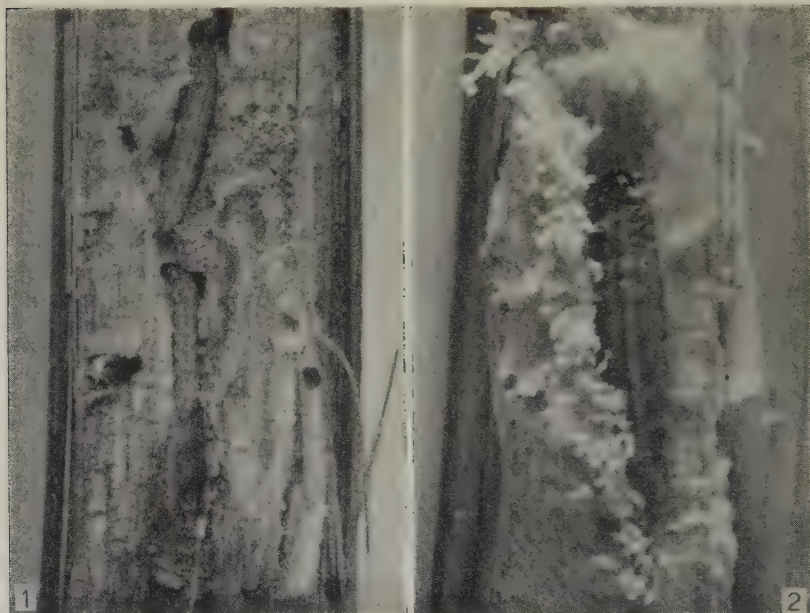



Fig. I
Steli di Granoturco, in sezione, con larve di *Pyrausta nubilalis* Hb. (a diverso ingrandimento).

Allo scopo di rendermi conto dello stato di fatto in Sardegna ho effettuato negli anni 1951 e 1952 una serie di osservazioni ed ho raccolto, e fatto raccogliere, su Mais, su Sorgo e su Saggina, copioso materiale rappresentato nella quasi totalità da larve dei due insetti. Sono stati comples-

---

(1) Mariani M. - *Fauna Lepidopterorum Italiae.* Parte I. *Catalogo ragionato dei Lepidotteri d'Italia.* - Giorn. Scienze Nat. Econ., Palermo, XLII, 1940-42, 237 pp. - Cfr. pp. 58 e 131.

sivamente prelevati oltre 300 campioni comprendenti più di 3.000 individui, in 62 località dell'Isola.

I risultati delle ricerche, compendiati nella cartina della pagina seguente, non hanno certamente valore definitivo, ma io penso che possano sufficientemente orientare sulla situazione che si verifica nell'Isola. Per una migliore valutazione dei dati riportati è opportuno tenere presente che in Sardegna il Granoturco è, ad esclusione del Riso, la graminacea di gran lunga meno coltivata e che le sue colture occupano in media poco più di ha 4.000 [1] dei 150.000 circa riservati ai cereali. Della indicata superficie

Fig. II

Steli di Granoturco, in sezione, rispettivamente con una larva (1) ed una crisalide (2) di *Sesamia cretica* Led. nell'interno della galleria.

a Granoturco oltre ha 2.000 si trovano in provincia di Sassari (specialmente nella zona collinare sud-occidentale), 1.500 in provincia di Cagliari (Campidano di Oristano e di Cagliari) e soltanto 500 in provincia di Nuoro che, come è noto, comprende terreni in gran parte montagnosi.

Dall'esame della cartina, in cui sono indicate, in corrispondenza delle varie località di raccolta, con particolari segni, la presenza, la frequenza e l'abbondanza degli individui delle due specie di cui ci occupiamo, si possono trarre alcune considerazioni:

---

[1] I dati sopra riferiti sono tratti dal *Compendio statistico della Regione Sarda, 1949-1950,* edito dalla Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato Industria e Commercio, Cagliari, 1951, 208 pp. - Cfr. pp. 66-69.

SARDEGNA
LAERRU
BULZI
MARTIS
NULVI
PLOAGHE
CAMPOMELA
SASSARI
P. TORRES
OLMEDO
SURIGHEDDU
OZIERI
ALGHERO
MORES
TORRALBA
GIAVE
BOSA
CUGLIERI
SOLARUSSA
SIAMAGGIORE
ORISTANO
USSARAMANNA
GONNOSTRAMATZA
ARBOREA
TERRALBA
URAS
MOGORO
SANLURI
FLUMINIMAGGIORE
BUGGERRU
IGLESIAS
DOMUSNOVAS
MUSEI
VILLAMASSARGIA
SILIQUA
PERFUGAS
S. TERESA GALLURA
PALAU
ARZACHENA
LUOGOSANTO
TEMPIO
OLBIA
MONTI
LOIRI
ALA' DEI SARDI
BUDDUSO'
S. LUCIA
SINISCOLA
OROSEI
NUORO
OLIENA
TORTOLI'
JERZU
NURAMINIS
S. VITO
MURAVERA
MONASTIR
CASTIADAS
QUARTU S. ELENA
CAGLIARI
ELMAS
UTA
DECIMOMANNU
PRESENTE
FREQUENTE
ABBONDANTE
PYRAUSTA
SESAMIA

Fig. III

1°) nella parte centro-settentrionale della Sardegna è maggiormente diffusa la *Pyrausta nubilalis* Hb.; in quella centro-meridionale vi è netta preponderanza della *Sesamia cretica* Led.;

2°) indipendentemente dalla latitudine, si osserva che, in linea di massima, nelle zone di collina di solito prevale la *Pyrausta,* in quelle di pianura o pianeggianti è invece la *Sesamia* ad avere la preminenza;

3°) risalendo dalla parte sud dell'Isola, la *Pyrausta* comincia ad osservarsi ad occidente nei dintorni di Gonnostramatza, di Mogoro e di Arborea e ad oriente, un poco più a nord, nel territorio compreso fra Ierzu e Tortolì;

4°) nel nord dell'Isola, dove, come si è detto, la *Pyrausta* è in netto predominio, la *Sesamia* è presente nel Logudoro (Mores) ed in Nurra (Porto Torres, Olmedo, Surigheddu, Alghero) ed abbondante in due zone ben delimitate: nell'Anglona (Nulvi, Laerru, Bulzi, Perfugas) e lungo la fascia costiera orientale della Gallura, compresa fra Loiri ed Arzachena.

Fatto così orientativamente il punto sulla corologia sarda della Piralide e della Sesamia, penso che sarebbe interessante ripetere, alla distanza di un certo numero di anni, l'indagine per osservare quali mutamenti si siano verificati rispetto alla situazione ora prospettata e se vi possano essere modificazioni a vantaggio dell'una o dell'altra specie.

È altresì mio intendimento procurarmi sicuri ragguagli sulle date di sfarfallamento primaverile delle due specie per averne, ai fini pratici, un indirizzo circa l'epoca in cui effettuare l'eliminazione degli steli delle diverse piante contenenti le larve in diapausa invernale, come è contemplato dalle norme di lotta obbligatoria. Ho notato infatti non soltanto un notevole anticipo nella comparsa degli adulti di *Sesamia cretica* rispetto a quelli dell'altra specie, ma anche schiusure immaginali anteriori al 15 aprile, limite fissato dal D. M. 6 dicembre 1950 (1). In particolare nel 1953 (annata che può essere considerata rigida agli effetti dell'andamento stagionale vernino-primaverile) ho ottenuto i primi adulti — provenienti da larve svernanti in stocchi di Saggina raccolte a Bosa nel gennaio e tenute in condizioni naturali di ambiente — l'8 aprile, una settimana prima cioè del termine ultimo consentito dal predetto decreto. Se, a seguito di ulteriori ricerche, il reperto sarà confermato e se risulterà che il fenomeno

(1) Come è noto, la legislazione relativa alla lotta obbligatoria contro la Piralide e la Nottua del granoturco è stato recentemente riveduta e sancita con D. M. 29-1-1949 (pubblicato sullla G. U. del 17-2-1949, n. 39) e con D. M. 6-12-1950 (G. U. del 9-2-1951, n. 33).

sia diffuso più di quanto ora non consti, converrà rivedere le attuali disposizioni ed anticipare, almeno in Sardegna, il limite estremo entro cui deve essere effettuata la distruzione delle piante o di parti di esse contenenti gli insetti incriminati.

RIASSUNTO

L'A. riferisce su di un'indagine condotta negli anni 1951 e 1952 in Sardegna per conoscere la distribuzione geografica dei due Lepidotteri più dannosi al Granoturco: il Piralide *Pyrausta nubilalis* Hb. ed il Nottuide *Sesamia cretica* Led.

In una cartina sono rilevate la presenza, la frequenza e l'abbondanza degli individui delle due specie. A parte altre considerazioni, dall'esame della cartina risulta che la *Pyrausta* predomina nella parte centro-settentrionale dell'Isola e, per lo più, nelle zone collinari, la *Sesamia* nel centro-meridione e nelle zone di pianura o pianeggianti.

Sassari, luglio 1953

Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee
dell'Università di Sassari
(Direttore inc.: Prof. R. BARBIERI)

Esperienze sulla coltivazione del pomodoro in Sardegna
Varietà e sistemi di allevamento

RAFFAELE BARBIERI

Abbiamo sostenuto recentemente (1) che tra le colture erbacee industriali in Sardegna quella del pomodoro merita particolare attenzione.

La superficie occupata da questa solanacea nell'Isola è di 2565 Ha.; la produzione complessiva di q.li 143.647; la resa unitaria di q.li 55,93 per Ha. (medie del quadriennio 1949-52). L'Isola intanto, importa annualmente cospicue quantità di conserve di pomodoro: oltre q.li 42.000, tra concentrati e pelati.

Discordanti sono le opinioni in merito alle sorti di una industria conserviera sarda. Si citano i modesti stabilimenti sorti negli ultimi venti anni in provincia di Cagliari e in provincia di Sassari e si fa riferimento alla crisi dagli stessi attraversata per le difficoltà di approvvigionamento di materia prima.

Indubbiamente le rese medie a ettaro di 60-70 q.li sono ben scarse rispetto alle produzioni che si realizzano nelle zone classiche di coltivazione del pomodoro, ma è altrettanto vero che in Sardegna il problema del pomodoro non è stato mai studiato.

Convinti che questa coltivazione può assumere maggiore importanza e che in coltura irrigua, risolvendo fondamentali problemi, può portare a rese unitarie soddisfacenti, nella citata relazione al « Convegno per l'industrializzazione » esponemmo le favorevoli possibilità che si offrono per una industria conserviera in Sardegna, se non altro per soddisfare il consumo dell'Isola, sempre che gli impianti industriali sorgano razionalmente adeguati ai progressi della moderna tecnica, e sempre che, attraverso una collaborazione fra agricoltura e industria, si risolvano determinati aspetti economici.

È per questo che l'Istituto di Agronomia e Coltivazioni di Sassari ha intrapreso una serie di studi sul pomodoro: varietà, sistemi di allevamento, concimazione.

---

(1) BARBIERI R. — Colture erbacee industriali in Sardegna. — *Relazione al Convegno di Studi per l'industrializzazione della Sardegna*, Cagliari, aprile 1953.

Dalle prime esperienze condotte nel 1952 si sono ottenuti risultati che si ritiene utile rendere noti, perchè essi confermano il giudizio che, mediante una tecnica razionale, è possibile pervenire a produzioni soddisfacenti, rispetto alle modeste rese che attualmente si realizzano.

SVOLGIMENTO DELLE PROVE

Scopo delle esperienze è stato quello di studiare il comportamento di cinque varietà di pomodoro — due indigene e tre americane — coltivate con diversi sistemi di allevamento.

Le prove sono state condotte in agro di Sassari, nell'Azienda dell'Istituto tecnico agrario, su terreno di medio impasto, a reazione subalcalina (pH = 7,7), a elevato tenore in calcare (44 %), contenente 0,175 % di N totale, 0,086 % di $P_2 O_5$, 0,013 % di $K_2 O$.

Nel 1951 — anno precedente l'inizio delle prove — l'appezzamento era stato coltivato a carciofo.

Le varietà sperimentate sono:

Lampadina: a bacca liscia, allungata;
Re Umberto: a bacca liscia, oblunga;
Reed Plum: a bacca liscia, ovoidale;
Pan American: a bacca liscia, sub-rotonda;
Pearson: a bacca liscia, sub-rotonda.

La varietà « Lampadina », com'è noto, è tipica per produzione di « pelati »; la « Re Umberto » utilizzata per « concentrati »; le altre tre varietà (americane) sono state provate anche in Campania per produzione di « concentrati ».

Ciascuna delle elencate varietà è stata coltivata con i seguenti tre sistemi di allevamento:

— senza sostegni, lasciando libere le piante sul terreno degli interfilari;

— con sostegni « a spalliera ». Lungo le file sono state collocate verticalmente canne a distanza di m. 1,50 l'una dall'altra; trasversalmente a queste si sono disposte tre file di canne: la prima a 40 cm. dal terreno, la seconda a 40 cm. dalla prima e la terza a 50 cm. dalla seconda. Man mano che le piante sviluppavano venivano legate alle canne disposte orizzontalmente;

— con sostegni « a cavalletto ». Accanto ad ogni pianta è stata collocata una canna. Quattro canne di quattro piante, rispettivamente due a due di file contigue, sono state legate insieme all'estremità, all'altezza di

m. 1,50, sì da realizzare una piramide. Sulle canne si sono legate le piante, mano mano che sviluppavano.

L'esperienza è stata realizzata su parcelle di 50 mq. ripetute tre volte.

Ai primi di aprile il terreno venne lavorato a 30 cm. Praticate le normali erpicature, il 7 maggio furono messe a dimora le piantine (provenienti da apposito semenzaio), adottando le distanze di 80 cm. tra le file e 60 cm. sulle file. Il seme delle varietà « Lampadina » e « Re Umberto » proveniva da coltivazioni attuate in Campania, quello delle varietà americane ci è stato fornito cortesemente dal Prof. La Rotonda, Direttore dell'Istituto di Chimica Agraria di Portici.

All'atto del trapianto furono somministrati q.li 3 di fosfato biammonico a ettaro (distribuzione localizzata nei solchi). Nel corso della vegetazione (primi di giugno) si intervenne con una concimazione in copertura (distribuzione lungo i solchi) con nitrato di calcio, in ragione di q.li 1,50 per Ha.

L'attecchimento delle piante fu soddisfacente: solo qualche fallanza, di cui si è tenuto conto nell'elaborazione dei risultati. Dato il decorso siccitoso della stagione (solo 11 mm. di pioggia in maggio, distribuiti per di più in 7 giorni piovosi, e 10 mm. in giugno, caduti in due giorni), si resero necessarie frequenti somministrazioni di acqua: 4 in maggio, 4 in giugno, 3 in luglio, 3 in agosto e 1 ai primi di settembre. Le somministrazioni avvennero per infiltrazione, incanalando l'acqua nei solchi realizzati attraverso le operazioni di rincalzatura. Da calcoli « approssimativi », a mezzo di rilievi diretti, non potendo disporre di apparecchi di misura, il complesso delle somministrazioni di acqua richiese circa 5000 mc. a Ha. Si preferirono frequenti e moderate somministrazioni (in media una alla settimana) anzichè « voluminose » e meno frequenti somministrazioni, per impedire stati di sovrassaturazione del terreno, facili a verificarsi, tenuta presente la natura del medesimo. Si ebbe cura anche, nei limiti del possibile, di distribuire uniformemente l'acqua nei solchi.

Il 4 e il 20 giugno furono effettuati due trattamenti con poltiglia bordolese.

Le raccolte, in totale cinque, si effettuarono nei seguenti giorni:

1ª raccolta:	6	agosto	1952
2ª »	16	»	»
3ª »	26	»	»
4ª »	2	settembre	»
5ª »	12	»	»

Sul prodotto di ciascuna raccolta, per ogni varietà e sistema di allevamento, sono stati compiuti i necessari rilievi per determinare entità di produzione, andamento di maturazione e qualità dei prodotti.

RISULTATI

1° — *Produzione totale delle singole varietà per sistemi di allevamento.*

Nella seguente tabella vengono riportate le produzioni totali, riferite a ettaro, conseguite dalle diverse varietà nei sistemi di allevamento in prova.

I valori singoli rappresentano le medie delle parcelle ripetute.

Tabella I — PRODUZIONE COMPLESSIVA PER HA. IN Q.LI

Sistemi di allevamento	Lampadina	Re Umberto	Reed Plum	Pan American	Pearson	Media per sistema di allevamento
senza sostegni	199.14	249.12	250.85	84.98	127.09	182.24
a spalliera	162.83	153.32	158.12	137.09	160.62	154.40
a cavalletto	231.43	162.68	196.89	58.34	102.49	150.37
media per varietà	197.80	188.37	201.95	93.47	130.07	—

Differenza significativa
fra i valori medi di: trattamento singolo: 45,99 (x); 52,73 (xx);
media per varietà 42,46 (x); 61,77 (xx);
media per sistemi di allevamento: poco significativa

(x) Differenza significativa alla probabilità di 0,05
(xx) Differenza significativa alla probabilità di 0,01.

Chiare emergono le deduzioni dai dati riportati.

Come capacità produttiva (produzione media per varietà), « Lampadina », « Re Umberto » e « Reed Plum » non presentano fra di esse differenze significative. Tutte e tre queste varietà si distaccano invece nettamente dalle varietà « Pan American » e « Pearson ».

Per quanto si riferisce al comportamento delle singole varietà nei didiversi sistemi di allevamento, la « Lampadina » si è giovata del sistema di allevamento a cavalletto; la « Re Umberto » e la « Reed Plum » invece

hanno portato a maggiori produzioni nel sistema senza sostegni; la « Pan American » e la « Pearson » nel sistema a spalliera.

Pare così intravedere un differente comportamento della varietà rispetto al sistema di allevamento. Varietà a bacche « grosse » si sono giovate di sostegni: « Pearson » e « Pan American », a bacche più grosse (peso medio ottenuto nelle nostre prove rispettivamente di gr. 61,5 e 73,2), del sistema a spalliera; « Lampadina » a bacche meno grosse (peso medio gr. 33,4), del sistema a cavalletto. La varietà a bacche piccole, « Reed Plum » (peso medio gr. 18,5) non si è giovata di sostegni. Ha fatto eccezione il « Re Umberto » che, come varietà a bacca di grossezza media (gr. 33,2), ha manifestato anch'esso tendenza a non giovarsi di sostegni.

2° — *Andamento della maturazione.*

Fatto uguale a 100 il totale della produzione di ogni varietà per ciascun sistema di allevamento, è stata calcolata la proporzione tenuta sul totale medesimo dal prodotto conseguito in ogni raccolta da ogni varietà per i rispettivi sistemi di allevamento.

I valori così ricavati, per ogni varietà, sono riportati nei grafici 1 a 5.

L'esame dei grafici permette chiaramente di osservare:

var. Lampadina: il sistema a spalliera ha determinato maggiore precocità. Con la terza raccolta circa il 91 % della produzione è maturato. Il sistema a cavalletto ha portato a minore precocità, ma ha offerto un ritmo di maturazione più graduale: per le cinque raccolte, rispettivamente, 5, 9 - 22,9 - 27,8 - 19,4 - 24,0 per cento. È questo un rilievo importante, quando si consideri che dal punto di vista industriale si preferiscono raccolte graduate nel tempo;

var. Re Umberto: anche per questa varietà il sistema a spalliera ha portato a una maggiore precocità. Il sistema senza sostegni se ha dato minor quantitativo di prodotto nella prima raccolta, ha dato tra la seconda e la terza raccolta ben il 75,6 % della produzione totale. Anche per questa varietà un ritmo di maturazione più graduale si è ottenuto col sistema a cavalletto: per le cinque raccolte 24,3 - 23,0 - 28,5 - 14,3 - 9,9 per cento.

Var. Reed Plum: non si rilevano differenze apprezzabili tra i sistemi di allevamento senza sostegni e a spalliera. Nel sistema a cavalletto si è realizzata minor precocità per quanto riguarda le prime due raccolte.

var. Pan American: un ritmo di maturazione più graduale si è avuto nel sistema a spalliera. Il sistema a cavalletto ha ritardato la prima raccolta ed ha concentrato la produzione tra la seconda e la terza raccolta.

Grafico n. 1

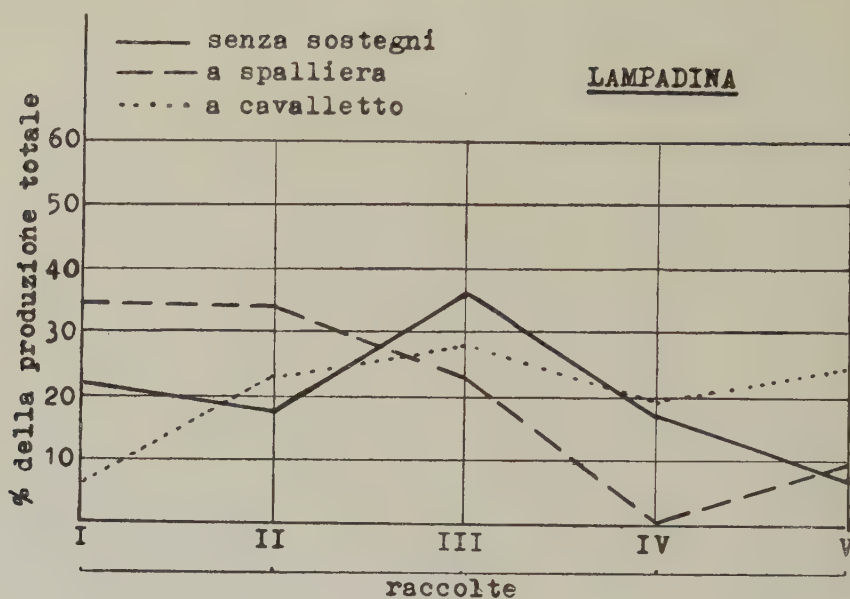



Grafico n. 2

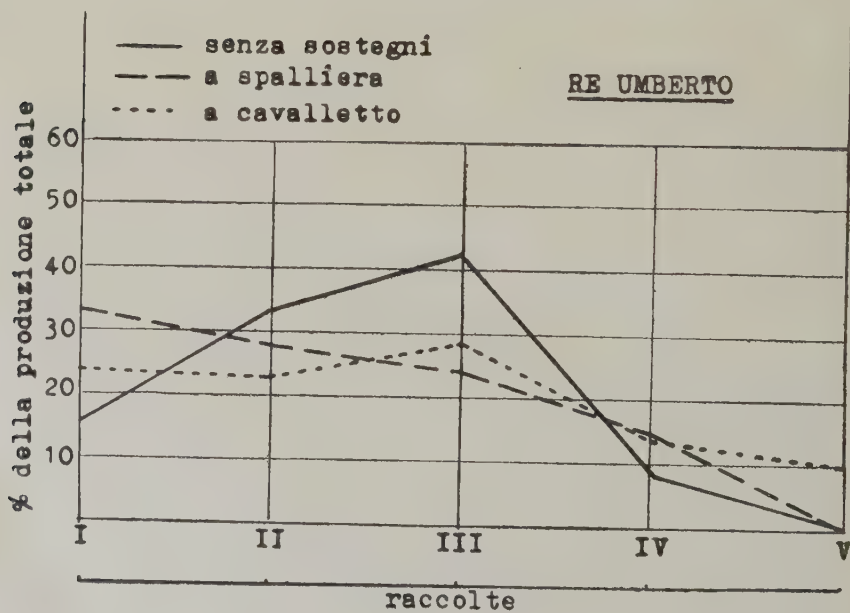



Grafico n. 3

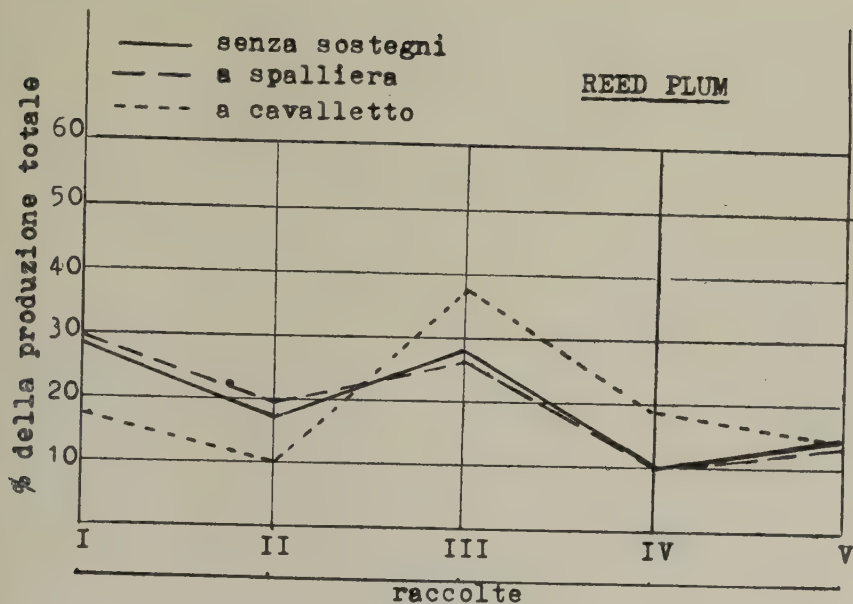



Grafico n. 4

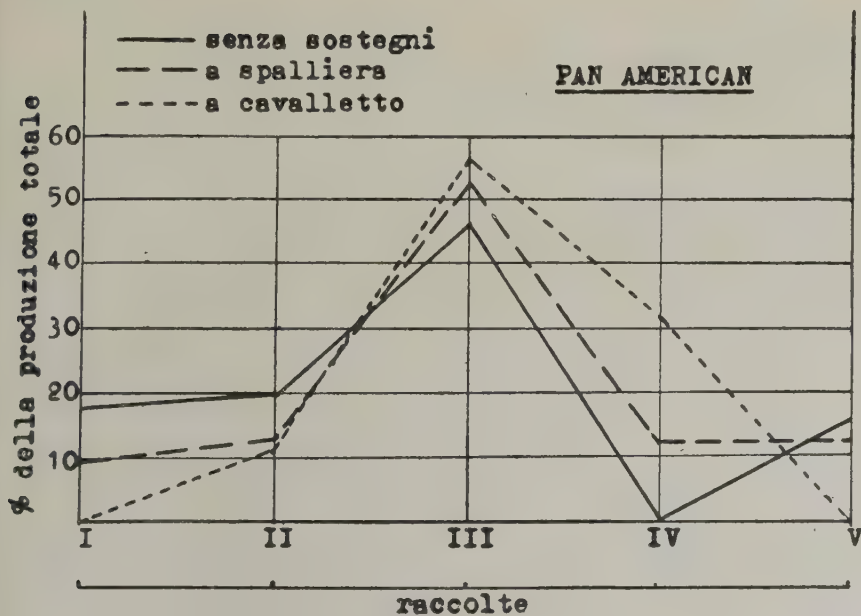
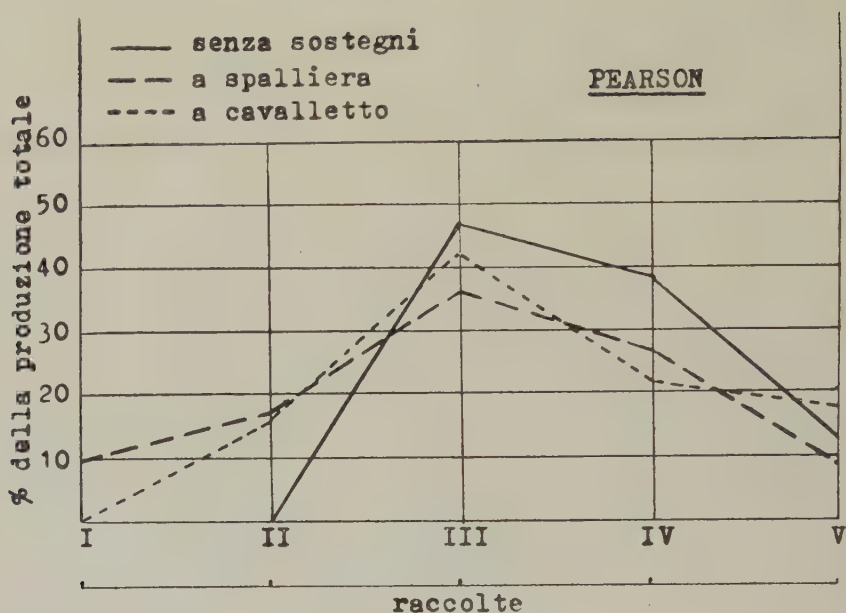



Grafico n. 5

Una maggiore precocità per quanto riguarda le prime due raccolte è stata data dal sistema senza sostegni;

var. Pearson: anche per questa varietà un ritmo più graduale di maturazione si è avuto nel sistema a spalliera. Quello a cavalletto ha ritardato la prima raccolta; ritardo maggiore nella maturazione ha indotto il sistema senza sostegni.

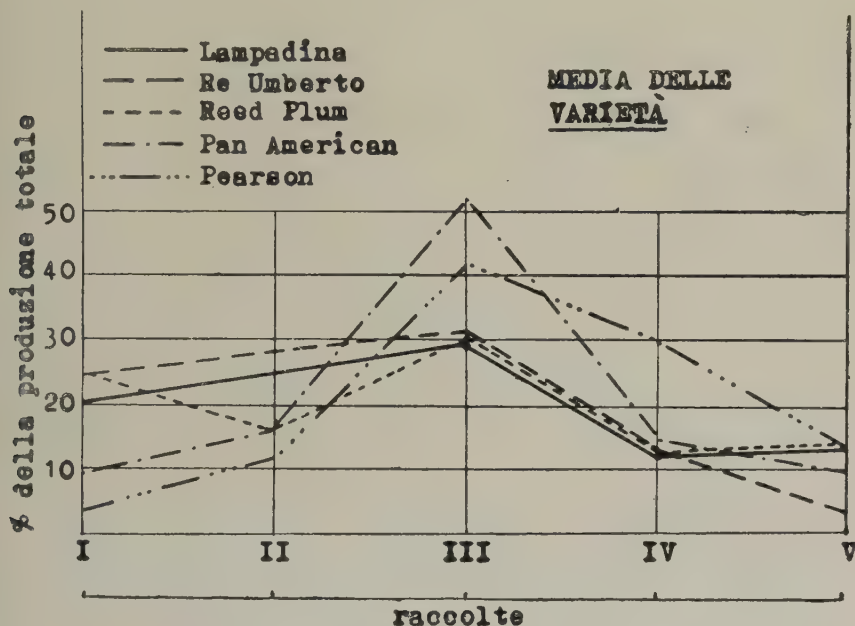
Da tutte queste osservazioni si intravede un differente comportamento delle varietà.

La « Reed Plum », a frutto piccolo, per gradualità di maturazione e anche per precocità si è giovata dei sistemi di allevamento senza sostegni ed a spalliera.

Le varietà « Lampadina » e « Re Umberto », a frutto grande, hanno portato a maggiore precocità nel sistema a spalliera e a una più regolare gradualità di maturazione nel sistema a cavalletto.

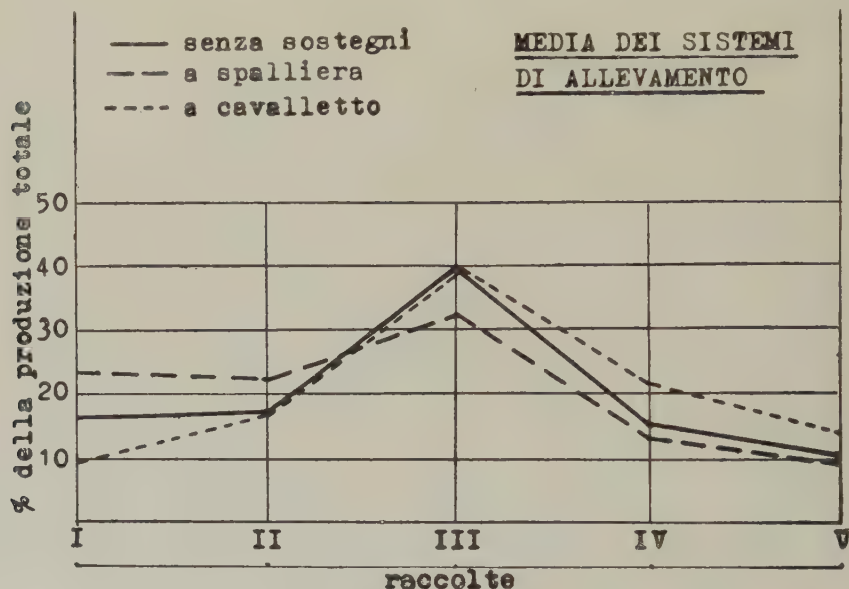
Le varietà a frutto più grosso « Pan American » e « Pearson », hanno avuto invece un ritmo di maturazione meglio graduato nel sistema di allevamento a spalliera.

Per quanto riguarda le varietà nel loro complesso — indipendentemente cioè dal sistema di allevamento — le medie produzioni ottenute dalle singole varietà per ogni raccolta, riferite in percentuale alle medie produzioni offerte in totale dalle varietà medesime, portano ai risultati esposti nel grafico n. 6.

Grafico n. 6

Emerge da tale grafico che tra « Lampadina » e « Re Umberto » non esistono differenze sensibili: comunque la varietà « Re Umberto » appare lievemente più precoce della « Lampadina ». La « Reed Plum » si è manifestata lievemente più tardiva. Decisamente più tardiva si sono rivelate invece « Pan American » e « Pearson », che nelle due prime raccolte hanno dato rispettivamente il 23,6 e il 14,8 % della produzione totale, mentre la varietà « Lampadina » ha dato il 44,9 %, la « Re Umberto » il 52,5 % e la « Reed Plum » il 40,9 %.

Per comparare infine tra di loro i sistemi di allevamento, indipendentemente cioè dalle varietà, le percentuali tenute dalle medie produzioni di ciascun sistema per ogni raccolta, rispetto alle medie produzioni totali ri-

cavate dai sistemi medesimi, portano ai risultati esposti nel grafico 7. Da esso si rileva appunto che il sistema a spalliera induce maggiore precocità. E questo fatto non ha bisogno di spiegazione: nel sistema a spalliera l'azione diretta delle radiazioni solari è maggiore e le bacche maturano con anticipo.

Grafico n. 7

Tra i due sistemi, quello a cavalletto e quello senza sostegni, non si rilevano differenze sensibili: i frutti delle piante, meno esposti all'azione diretta del sole, tendono a maturare più tardivamente rispetto al sistema a spalliera.

3° — *Caratteri qualitativi della produzione.*

Per valutare le caratteristiche qualitative della produzione è stato determinato il peso medio dei frutti, e su campioni di bacche di ogni raccolta sono stati determinati il residuo al refrattometro e il tenore in acidità. Purtroppo mancò la possibilità di determinare il contenuto glucidico.

Per il peso medio dei frutti i valori rilevati sono riassunti nella tabella II.

Tabella II — Peso medio dei frutti: gr.

	RACCOLTE				
	1ª (6-VIII)	2ª (16-VIII)	3ª (26-VIII)	4ª (2-IX)	5ª (12-IX)
LAMPADINA					
senza sostegni	32	37	27	28	21
a spalliera	33	43	33	—	22
a cavalletto	39	36	39	36	41
RE UMBERTO					
senza sostegni	34	35	37	28	—
a spalliera	31	39	31	30	—
a cavalletto	42	35	34	36	28
REED PLUM					
senza sostegni	19	16	16	14	16
a spalliera	26	18	17	17	17
a cavalletto	26	19	20	20	16
PAN AMERICAN					
senza sostegni	65	64	47	—	35
a spalliera	64	69	63	79	41
a cavalletto	—	70	59	82	—
PEARSON					
senza sostegni	—	—	54	91	43
a spalliera	97	140	82	74	47
a cavalletto	—	81	69	56	45

In linea generale è da notare che, salvo qualche eccezione, il peso medio dei frutti tende a diminuire nell'ultima raccolta e che il sistema senza sostegni ha portato a frutti di minor peso unitario rispetto ai sistemi di allevamento con sostegni.

La varietà « Lampadina » ha dato frutti di maggior peso nel sistema a cavalletto, mentre per la varietà « Re Umberto » non si rilevano differenze apprezzabili. La varietà « Reed Plum », pur essendo a frutto piccolo, ha dato frutti di maggior peso medio nel sistema a cavalletto. Il « Pearson », a frutto grosso, ha portato invece a frutti di peso unitario più elevato nel sistema a spalliera. Il « Pan American », ugualmente a frutto

grosso, non ha dato invece differenze apprezzabili tra i due sistemi con sostegni.

Appare fuori dubbio, da queste osservazioni, che i sistemi di allevamento con sostegni hanno portato a frutti più grossi.

I risultati delle determinazioni riguardanti il contenuto dei frutti in residuo e in acidità sono esposti nella tab. IV. In base ai valori del residuo e dell'acidità è stato calcolato anche il rapporto tra il contenuto in acidità e il residuo riferito a cento. Tale rapporto assume importanza per il pomodoro industriale e dovrebbe mantenersi entro i limiti di un dodicesimo del residuo (8,33 su cento di residuo).

Pomodoro varietà « Lampadina »

Tabella III — Residuo al refrattometro e acidità

SISTEMI DI ALLEVAMENTO	1ª RACCOLTA			2ª RACCOLTA			3ª RACCOLTA			4ª RACCOLTA			5ª RACCOLTA		
	Residuo	Acidità	Rapporto acidità	Residuo	Acidità	Rapporto acidità	Residuo	Acidità	Rapporto acidità	Residuo	Acidità	Rapporto acidità	Residuo	Acidità	Rapporto acidità
LAMPADINA															
senza sostegni . .	5.62	0.32	5.69	5.35	0.44	8.22	5.77	0.46	7.97	5.67	0.48	8.46	5.42	0.77	14.20
a spalliera . . .	5.62	0.32	5.69	5.55	0.43	7.75	6.50	0.42	6.46	—	—	—	5.42	0.67	12 36
a cavalletto . . .	5.42	0.33	6.09	5 55	0.43	7.75	5.57	0.42	7.54	5.77	0.51	8.84	5.25	0.65	12.38
RE UMBERTO															
senza sostegni . .	4 22	0.39	9.25	4.35	0.48	11.03	4.75	0.46	9.68	3.67	0.44	11.99	—	—	—
a spalliera . . .	4.42	0 45	10.18	4.35	0.42	9.65	4 57	0.46	10.06	3.67	0.55	14.98	—	—	—
a cavalletto . . .	4.42	0.39	8.82	4.55	0.48	10.55	4.77	0.45	9.43	3.57	0.49	13.72	4.42	0.55	12.44
REED PLUM															
senza sostegni . .	6.42	0.44	6 85	6.35	0.50	7.87	6.50	0.48	7.38	5.77	0.44	7.62	5.42	0.65	11.99
a spalliera . . .	5.62	0.35	6.23	5.55	0 43	7.74	6.50	0.50	7.70	5.67	0.44	7.76	5 42	0.51	9.40
a cavalletto . . .	5.42	0.45	8.30	5.35	0.40	7.46	5.77	0.44	7.62	5.97	0.46	7.70	5.10	0.46	9.02
PAN AMERICAN															
senza sostegni . .	6.42	0.63	9.81	6.15	0.65	10.56	5.57	0.56	10.05	—	—	—	5.30	0.72	13.58
a spalliera . . .	6.22	0.60	9.65	5.75	0.47	8.17	5.57	0.56	10.05	4.87	0.55	11.29	5.50	0.78	14.18
a cavalletto . . .	—	—	—	6.35	0.58	9.13	6.17	0.63	10.21	4.87	0.65	13.35	—	—	—
PEARSON															
senza sostegni . .	—	—	—	—	—	—	4.77	0.54	11.32	4.67	0.64	13.70	4.50	0.71	15.77
a spalliera . . .	5.92	0.73	12.33	4.45	0.67	15.05	4.57	0.51	11.16	4.57	0.58	12.69	5.30	0.77	14.52
a cavalletto . . .	—	—	—	5 35	0 61	11.40	5.57	0.67	12.03	4.57	0.70	15.31	5.30	0.81	15.28

Una osservazione generale va innanzi tutto rilevata. Con le ultime raccolte — in special modo l'ultima — il residuo tende a diminuire e l'acidità ad aumentare. Anzi, veramente elevato si dimostra il rapporto-acidità nel prodotto dell'ultima raccolta per tutte le varietà.

Indipendentemente dai sistemi di allevamento, è poi da mettere in risalto il comportamento delle singole varietà, che dimostra come le carat-

Pomodoro varietà « Reed Plum » (ingrandita di 1/5)

teristiche qualitative del pomodoro dipendano innanzi tutto dai caratteri genetici delle varietà medesime, confermando così quanto da noi rilevato in Campania.

In tutti e tre i sistemi di allevamento le varietà « Pan American » e « Pearson » (entrambe a frutto grosso) hanno portato a rapporto-acidità molto elevato. Anche per ciò che riguarda il residuo non emergono differenze apprezzabili. Portando queste varietà a prodotti ad elevata acidità, difficilmente dominabile con interventi colturali, non rimane che sconsigliarne la coltivazione.

Passando al « Reed Plum », varietà a frutto piccolo, sembra che nel sistema senza sostegni il residuo tenda ad aumentare rispetto ai sistemi con sostegni. Il rapporto-acidità non pare invece influenzato dal sistema di allevamento. Questa varietà d'altra parte, se si fa eccezione per l'ultima raccolta, presenta valori del rapporto-acidità soddisfacenti, inferiori al dodicesimo del residuo.

Comportamento quasi analogo presenta la varietà « Lampadina ». I tenori del residuo, soddisfacenti in tutte le raccolte, non appaiono influenzati dal sistema di allevamento. Il rapporto-acidità per le prime tre raccolte si presenta molto soddisfacente, inferiore al dodicesimo del residuo. Le differenze tra i vari sistemi sono lievi.

La varietà « Re Umberto », infine, per quanto riguarda il residuo ha rivelato comportamento inferiore rispetto alle altre varietà in prova e si può dire — esaminando i dati in generale — in tutti i sistemi di allevamento, i quali d'altra parte non hanno influito sul residuo medesimo. Per quanto riguarda il rapporto-acidità esso appare in generale elevato, sempre più elevato e non di poco del dodicesimo del residuo.

Da tutte queste osservazioni può confermarsi che residuo e acidità si sono dimostrati caratteri di varietà, scarsamente influenzati dal sistema di allevamento. Apprezzabili per tali caratteri, si sono rilevate solo la varietà « Lampadina » e « Reed Plum »: la prima adatta per produzione di pelati; la seconda per produzione di concentrati.

I risultati esposti consentono di trarre utili indicazioni per la coltura del pomodoro in Sardegna. Queste indicazioni, s'intende, possono aver valore per zone simili a quella in cui sono state condotte le esperienze. Si ha

in programma di estendere la sperimentazione in altre zone irrigue (Campidano), mettendo allo studio altri problemi (varietà, concimazioni, miglioramento genetico).

Le produzioni unitarie per ettaro conseguite nelle prove illustrate dimostrano comunque, innanzi tutto, che in coltura irrigua, con una tecnica razionale, è possibile in Sardegna realizzare rese di gran lunga superiori a quelle medie indicate dalle statistiche. Invero con la varietà « Lampadina », tipica per produzione di pelati, si è raggiunto un massimo di q.li 231,43 a Ha. e con la « Reed Plum », varietà adatta per concentrati, q.li 250,85. E nulla esclude che, in condizioni più favorevoli, possano ottenersi rese ancora maggiori.

È emerso dalle prove che la produttività delle varietà e l'andamento della maturazione sono influenzate anche dal sistema di allevamento. Varietà a frutto grosso devono essere allevate con sostegni; per varietà a frutto piccolo si può anche fare a meno di sostegni. Per talune varietà — es. « Lampadina » — meglio si presta il sistema a cavalletto; per altre — a frutto più grosso — meglio si presta il sistema a spalliera.

La qualità del prodotto, con esplicito riferimento al residuo e all'acidità, non sembra venga influenzata dal sistema di allevamento. Essa appare soprattutto funzione di varietà. Da questo punto di vista due sole varietà eccellono: « Lampadina » e « Reed Plum », le quali, fatta eccezione per la sola ultima raccolta, hanno portato a prodotti soddisfacenti.

In definitiva può ritenersi, da queste prove, che le varietà « Pan American » e « Pearson », a frutto grosso, sono in tutti i casi da sconsigliare, sia per le limitate produzioni, sia per le deficienti caratteristiche qualitative del prodotto, caratterizzato da elevata acidità. Poco conveniente appare anche l'impiego della varietà « Re Umberto » per i caratteri qualitativi del prodotto (basso tenore in estratto ed elevato rapporto-acidità).

Rimangono consigliabili le varietà « Lampadina » e « Reed Plum », che per produttività e per caratteristiche qualitative della produzione hanno dimostrato miglior comportamento. La prima varietà, adatta per l'industria dei pelati, ha dato migliori risultati nel sistema di allevamento a cavalletto, nel quale anche l'andamento della maturazione si è dimostrato più regolare; la seconda varietà « Reed plum », a frutti piccoli, utilizzabile per l'industria dei concentrati, ha portato nel complesso a migliori risultati con il sistema di allevamento senza sostegni.

RIASSUNTO

Si riferisce su esperienze condotte in agro di Sassari con cinque varietà di pomodoro coltivate con diversi sistemi di allevamento. Rilevato che la produzione quanti-qualitativa è innanzi tutto in funzione della capacità genetica della varietà, si è dimostrato che il sistema di allevamento influisce sulla produzione quantitativa e sul peso medio dei frutti, mentre non rimangono influenzati fondamentali caratteri qualitativi (residuo e acidità dei frutti). Varietà a frutto grosso si sono giovate del sistema di allevamento con sostegni, mentre varietà a frutto piccolo hanno manifestato buon comportamento anche senza sostegni. Tra le varietà sperimentate la « Lampadina », per produzione di pelati, ha portato a migliori risultati con il sistema di allevamento a cavalletto; la « Reed Plum », per produzione di concentrati, ha dato migliori risultati col sistema di allevamento senza sostegni.

Sassari, luglio 1953.

Istituto di Chimica agraria
dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. V. Morani)

Fertilità residua dei terreni nuragici.

Giorgio Muscas e Rosa Usai

PREMESSA

Con recenti indagini, V. Morani e G. Gugnoni (1) hanno stabilito che nei terreni i quali furono sedi di insediamenti umani in epoca romana ed etrusca, si trovano tuttora, e sono reperibili con l'analisi chimica, elevate quantità di materie fertilizzanti. che derivano dallo spargimento dei rifiuti urbani, fatto dagli antichi abitanti.

Particolarmente significativi sono apparsi i valori del contenuto di anidride fosforica assimilabile, e precisamente delle quote estraibili con l'acqua mediante ripetute eluviazioni (2). Mentre i terreni delle zone circostanti gli antichi insediamenti di Veii, Faleri, Carseoli, Minturnae presentavano dotazioni fosforiche assimilabili fra circa 30 e 130 Kg/Ha (da 10 a 43 parti per milione), quelli entro il centro abitato ne avevano da 300 a poco meno di 1000 (da 100 a circa 330 p.p.m.), ed in un caso finanche 2602 Kg/Ha (867 p.p.m.), quindi dotazioni fin oltre 20 volte maggiori.

Gli AA. traevano da quanto sopra deduzioni sulla resistenza dei fosfati nel suolo allo stato di pronta assimilabilità, oltrechè sulla utilità dell'analisi del suolo per identificare l'ubicazione ed il perimetro degli antichi centri abitati.

Le indagini sono state riprese dagli scriventi sui terreni adiacenti ai nuraghi, le costruzioni a secco, di forma tronco-conica, che in numero di oltre 6500 conferiscono al paesaggio della Sardegna l'aspetto singolare e richiamano con la loro oscura origine e funzione i misteri di una civiltà lontanissima.

Poichè, stando alle illazioni degli archeologi (3), i primi nuraghi sorsero anteriormente all'800 a. C. e la piena era nuragica viene posta fra l'800 ed il 500 a. C., le ricerche in parola venivano ad interessare lo stato e gli eventuali spostamenti verticali dell'acido fosforico e delle altre ma-

terie fertilizzanti nel terreno a distanza di oltre 2500 anni dal loro spargimento, che è sempre da presumere sia avvenuto prevalentemente sotto forma organica.

Le indagini precedenti interessavano invece centri che furono abitati fino a 1000-1500 anni or sono, e da popolazioni più avanzate nel processo di civilizzazione.

Inoltre, poichè le prime indagini si occupavano solo degli attuali strati superficiali del suolo, tantochè dove i ruderi erano stati rivestiti in epoca posteriore da nuovi materiali sedimentari (es. Ostia Antica) non si hanno che modeste dotazioni fosforiche nel terreno superficiale, appariva ora interessante esaminare strati di diversa profondità, in modo da localizzare quelli arricchiti in epoche via via più remote correlando la dotazione assimilabile con l'età delle terrecotte, che si reperiscono in frammenti spesso numerosi, commisti alla terra.

Dallo studio di un certo numero di profili attorno ai nuraghi, a varie distanze, si poteva infine trarre qualche elemento sull'area eventualmente abitata intorno ad essi, quindi sulla loro funzione: elementi che si presumeva potessero portare nuovi contributi alla conoscenza dell'organizzazione di vita dei Paleosardi.

CONDOTTA DELLE INDAGINI

Per attingere direttive e consigli sulla condotta delle indagini, ci siamo rivolti al Dott. Ercole Contu, Direttore del Museo « Giovanni Sanna » di Sassari, il quale si è cortesemente prestato a presiedere alcuni sopraluoghi e ad identificare i frammenti di coccio che si rinvenivano durante lo scavo dei profili, ed al quale esprimiamo i più vivi ringraziamenti.

Sono stati presi in esame i terreni circostanti sei nuraghi della Provincia di Sassari, dei quali cinque nella pianura della Nurra di Alghero e uno in zona di colle presso il paese di Mara.

Fra i vari nuraghi visitati sono stati scelti quelli che, per favorevoli condizioni altimetriche, non hanno subito nelle immediate adiacenze fatti erosivi, tali da aver asportato lo strato di terra di epoca nuragica, nè un rivestimento di terreno alluvionale tanto ingente da richiedere scavi troppo profondi.

Per tutti i nuraghi studiati si è rilevato che, sopra un basamento di varia foggia e dimensione, ed attorno ad esso, fra i massi diruti, il poco terreno è ricco di materia organica ed è invaso da una rigogliosa vegeta-

zione arbustiva (rovi, lentisco, palma nana, talora fico d'India e qualche isolato fico selvatico) ed erbacea (cardi, finocchio selvatico, stramonio, trifogli, ecc.).

Il terreno sgombro di massi e perciò meglio caratterizzabile nel suo profilo, si inizia per lo più a m. 4-5 di distanza dal basamento, e in alcuni casi vari cocci si rinvengono già alla superficie rimossa dalle lavorazioni.

Un elevato grado di fertilità dei terreni pianeggianti intorno ai nuraghi, e per raggi da circa 10 ad oltre 50 metri, è comunemente osservato dagli agricoltori locali, ed esso è con certezza conseguente agli stazionamenti di greggi, i nuraghi non diroccati avendo servito da rifugio ai pastori.

L'esame chimico degli strati superficiali arricchiti dalle stabbiature infatti ha quasi ovunque accertato, oltre a percentuali di azoto organico sensibilmente elevate (0,20-0,30 %), dotazioni fosforiche superiori alle normali (frequentemente fra 120 e 200 Kg/Ha) e particolarmente forti laddove con le arature è stata portata alla superficie terra contenente cocci.

Non per tutti i punti lo strato superficiale, meno interessante per le ricerche proposteci, è stato preso in esame: sono stati invece prelevati ed analizzati i campioni di tutti gli strati che si differenziavano col discendere in profondità, fino alla « terra vergine », al sottosuolo cioè di colore più tenue (o rossastro anzichè bruno), di struttura costipata, nel quale poi si è osservata all'analisi povertà di azoto organico, più spesso fra 0,07 e 0,09 % (orizzonte B).

Fra gli strati di molti profili uno sviluppo particolarmente ingente assume quello di epoca romana, caratterizzato da cocci di tale epoca, fra i quali numerosissimi quelli aretini, e che ha importante significato nella storia dei nuraghi, già valutato dagli archeologi.

Lo scavo dei profili è stato disposto lungo una o più direzioni, che sono segnate sui prospetti delle analisi appresso riportati unitamente alle profondità di prelievo dei campioni ed alle annotazioni sul reperimento dei cocci.

I metodi di analisi usati sono stati i seguenti: per la reazione in pH il metodo colorimetrico, per l'azoto il Kjeldahl-Jodlbauer, per la potassa assimilabile l'estrazione con ac. acetico N/2 e la lettura fotometrica (4), per l'anidride fosforica assimilabile il metodo già accennato (pag. 1 nota 2).

RISULTATI DELLE INDAGINI

1°) Nuraghe Cubalciada

(Comune di Alghero, località Corea, altitudine m. 37, terreno sabbio-argilloso profondo, lievemente calcareo; $CaCO_3$ da tracce a 2,1 %).

Numero della analisi	Direzione dal nuraghe	Distanza dal nuraghe m.	Profondità del prelievo cm.	Annotazioni	Analisi del campione di terra: Reazione pH	Azoto totale %	Anidride fosforica assimilab. p.p.m.	Ossido potassico assimilab. p.p.m.
187	Nord-Est	5	0—25	terreno pascolativo	7,9	0,29	730	1200
188	»	»	45—50	niente cocci	7,7	0,12	368	600
189	»	»	60—65	cocci nuragici	7,6	0,07	262	651
190	»	»	85—90	terra vergine	6,4	0,07	624	720
191	Nord	5	0—25	cocci nuragici	7,5	0,19	286	342
455	»	25	0—25	terreno pascolativo	7,7	0,19	194	685
456	»	»	35—40	niente cocci	7,6	0,14	126	530
454	»	»	55—60	terra vergine	6,8	0,07	11	777
192	Nord-Ovest	5	0—25	terreno pascolativo	7,7	0,30	24	480
193	»	50	15—30	sotto l'aratura	7,7	0,10	77	600
194	»	100	15—30	idem.	7,7	0,08	7	439
457	Sud.	20	0—25	terreno pascolativo	7,8	0,17	127	444
458	»	»	35—40	senza cocci	7,9	0,09	123	556
459	»	»	70—75	senza cocci	7,9	0,18	16	433
460	»	30	0—25	terreno pascolativo	7,9	0,12	13	600
461	»	»	35—40	senza cocci	7,2	0,11	13	506
462	»	»	70—75	terra vergine	7,8	0,07	30	824
463	»	50	40—45	senza cocci	7,9	0,08	4	549

2°) Nuraghe Talia

(Comune di Olmedo, m. 850 a NO. dalla stazione di Olmedo altitudine m. 44 s. m. terreno argillo-limoso-calcareo; $CaCO_3$ da 8,6 a 13,2 %)

Numero della analisi	Direzione dal nuraghe	Distanza dal nuraghe m.	Profondità del prelievo cm.	Annotazioni	Analisi del campione di terra			
					Reazione pH	Azoto totale °/o	Anidride fosf. assim. p.p.m.	Ossido potassico assim. p.p.m.
173	Sud	5	0—25	pascolativo	6,8	0,27	296	1291
174	»	»	30—35	cocci romani	7,3	0,18	89	830
167	»	»	70—75	cocci nuragici	7,9	0,10	83	448
175	»	50	0—25	pascolativo	7,5	0,23	222	713
176	»	»	35—40	»	7,9	0,13	297	175
168	»	»	70—75	tracce abitato con grosse pietre	7,7	0,12	212	147
722	»	60	0—30	scasso con trattore	7,7	0,15	62	439
723	»	75	0—25	profondo cm. 30 cocci nuragici	7,7	0,19	84	662
724	»	»	30—35	terreno intatto cocci nuragici	7,7	0,16	55	582
725	»	»	45—50	terreno vergine cocci nuragici	7,7	0.16	74	420
726	»	100	0—25	terreno scassato	7,4	0,23	130	750
727	»	»	45—50	cocci assenti	7,5	0,21	114	533
728	»	»	55—60	idem	7,5	0,15	166	540
729	Sud-Ovest	15	0—25	cocci romani	7,6	0,31	79	600
730	» »	»	40—45	cocci romani e nuragici	7,7	0,19	45	480
731	Est	50	0—25	cocci nuragici cenere e carbone	7,7	0.13	93	210
732	»	52	0—25	cenere presunto focolare	7,9	0,16	42	300

3°) Nuraghe Quinzola

(Comune di Olmedo, m. 1050 ad Ovest dalla stazione di Olmedo, altitudine m. 22 s. m. terreno argillo-calcareo; $CaCO_3$ da 12,1 a 13 %)

Numero della analisi	Direzione dal nuraghe	Distanza dal nuraghe m.	Profondità del prelievo cm.	Annotazioni	Analisi del campione di terra			
					Reazione pH	Azoto totale %	Anidride fosforica assimilab. p.p.m.	Ossido potassico assimilab. p.p.m.
169	Nord-Est	5	25—30	cocci nuragici	7,5	0,27	52	720
170	» »	»	55—60	terra vergine	7,7	0,09	33	559
171	Est	50	0—23	terreno coltiv. a grano	7,8	0,15	16	346
172	Nord	100	0—25	pascolo	7,7	0,16	7	426

4°) Nuraghe senza nome

(Comune di Olmedo, m. 600 a NO. dalla stazione di Olmedo, altitudine m. 52 s. m. terreno argillo-limoso-calcareo).

Numero della analisi	Direzione dal nuraghe	Distanza dal nuraghe m.	Profondità del prelievo cm.	Annotazioni	Analisi del campione di terra			
					Reazione pH	Azoto totale %	Anidride fosforica assimilab. p.p.m.	Ossido potassio assimilab. p.p.m.
177	Sud	5	35—40	coltivato a grano	6,6	0,14	17	453
178	Est	5	0—25	coltivato a grano	8,0	0,22	21	639
179	»	»	25—30	assenza assoluta cocci	7,7	0,16	20	179
180	»	»	70—75	terreno vergine	7,7	0,08	14	293
181	Ovest	50	0—25	cocci assenti	7,5	0,19	17	426
182	»	»	40—45	cocci assenti	7,5	0,34	2	240

5°) Nuraghe S. Caterina

(Comune di Olmedo, m. 1800 a SO. dalla stazione di Olmedo, altitudine m. 28 s. m. terreno argillo-limoso calcareo; $CaCO_3$ da 12,5 a 18,2 %).

Numero della analisi	Direzione dal nuraghe	Distanza dal nuraghe m.	Profondità del prelievo cm.	Annotazioni	Analisi del campione di terra			
					Reazione pH	Azoto totale %	Anidride fosforica assimilab. p.p m.	Ossido potassico assimilab. %
746	Nord	10	0—25		7,8	0,25	61	720
747	»	»	35 40		7,9	0,07	56	300
748	»	»	45—50		7,9	0.02	64	240
743	»	30	0—25	a 60 m. dal cimitero	7,8	0,052	23	390
744	»	»	25—30	qualche coccio rom.	7,9	0,15	22	300
745	»	»	45—50	niente cocci	7,9	0,101	19	144
739	»	50	0—25	nessun coccio	7,8	0,17	16	660
740	»	»	25—30	» »	7,9	0,15	5	373
741	»	»	45 - 50	» »	7,9	0,14	5	346
742	»	»	60—65	» »	7,9	0,12	6	360
736	»	70	0—25	vicino al cimitero	7,6	0,16	9	506
737	»	»	25—30	» »	7,9	0,105	6	373
738	»	»	45—50	» »	7,9	0,136	6	240
733	»	80	0—25		7,9	0,24	15	679
734	»	»	75—80		7,9	0,028	3	510
749	Est	10	0—25		7,9	0,23	199	999
750	»	30	0—25		7,8	0,22	180	788
751	»	80	0—25		7,8	0,18	77	513
752	Sud	10	0—25		7,9	0,26	260	891
753	»	»	45—50		8,0	0,103	411	445
755	»	30	45—50	cocci misti	8,0	0,20	309	639
756	»	50	0—25	terreno scassato	7,9	0,36	352	2160
757	»	100	0 - 25	» »	7,7	0,15	4	600
758	Ovest	10	0—25	cocci misti	7,9	0,26	320	7200
759	»	»	45—50	» »	7,9	0.20	365	453
760	»	30	0—25	niente cocci	7,9	0,21	106	480
761	»	50	0—25	» »	7,9	0,16	11	559
762	»	100	0—25	» »	7,8	0,18	4	506

6°) **Nuraghe Tomasu**

(Comune di Mara, altitudine m. 310 s. m., terreno argillo-limoso calcareo $CaCO_3$ da tracce a 14,2 %).

Numero della analisi	Direzione dal nuraghe	Distanza dal nuraghe m.	Profondità del prelievo cm.	Annotazioni	Analisi del campione di terra			
					Reazione pH	Azoto totale °/₀	Anidride fosforica assimilab. p.p.m.	Ossido potassio assimilab. p.p.m.
248	Sud-Est	10	0—25	vicino al macerone	7,7	0,31	388	808
254	» »	»	25—30	numerosi cocci rom.	7,4	0,31	412	580
258	» »	»	35—40	cocci nuragici	7,7	0.22	336	499
271	» »	»	55—60	stratto nuragico	7,5	0,21	362	360
263	» »	»	70—75	sulla terra vergine	7,7	0,14	362	312
249	» »	20	0—25	seminativo a grano	7,5	0,29	194	304
255	» »	»	25—30	cocci etrusco camp.	7,5	0,24	194	240
259	» »	»	60—65	cocci nuragici	7,7	0,16	338	144
250	» »	50	0—25	cocci romani	7,5	0,3	320	360
256	» »	»	35—40	niente cocci	7,4	0,31	172	261
260	» »	»	70—75	cocci romani	7,5	0,21	312	264
845	» »	75	0—25	cocci misti	7,7	0,32	312	288
846	» »	»	35—40	niente cocci	7,5	0,32	149	127
847	» »	100	0—25	niente cocci	7,7	0,25	102	203
848	» »	«	35—40	niente cocci	7,5	0,25	77	109
849	» »	»	55—60	niente cocci	7,6	0,23	77	112
251	» »	125	35—40	niente cocci	7,5	0,21	10	147
253	Sud-Ovest	35	0—25	cocci misti	7,5	0,31	64	202
257	» »	»	40—45	cocci misti	7,5	0,32	296	184
850	» »	50	0—25	cocci misti	7,5	0,29	1293	225
851	» »	»	35—40	niente cocci	7,5	0,23	777	123
852	» »	»	65—70	niente cocci	7,5	0,30	412	476
853	» »	75	0—25	niente cocci	7,4	0,14	547	107
854	» »	»	35—40	niente cocci	7,6	0,19	65	159
855	» »	100	0—25	niente cocci	6,2	0,43	191	572

DEDUZIONI

Dai risultati delle analisi eseguite sui N. 99 campioni di terreno prelevati nelle immediate adiacenze di sei nuraghi e dei quali N. 43 rappresentanti gli strati superficiali attuali (cm. 0-25) ed il resto gli strati variamente profondi che costituivano il suolo superficiale in epoche più o meno antiche — come in alcuni casi è comprovato dal reperimento di frammenti di terrecotte — si deduce quanto segue:

a) I contenuti di anidride fosforica assimilabile (idrosolubile) variano ampiamente da punto a punto, sia negli strati profondi che in quelli superficiali, precisamente da un minimo di p.p.m. 2 ad un massimo di p.p.m. 1293.

I valori più elevati, quanto meno quelli maggiori di p.p.m. 100, sono da mettere in rapporto con l'accumulo di fosfati, verificatosi in epoca più o meno remota, e negli strati superficiali molto probabilmente con lo stazionamento di bestiame attorno ai nuraghi in epoca recente.

Poichè in più casi si sono accertate differenze marcatissime fra concentrazioni fosforiche dello strato superficiale e di quelli profondi, elevate nel primo e basse negli altri, e si è confermata quindi la stabilità delle dotazioni fosforiche assimilabili di fronte alla percolazione delle acque meteoriche, la ricchezza fosforica riscontrata negli strati profondi va attribuita allo spargimento di rifiuti effettuato nelle epoche lontane, quando tali strati si trovavano alla superficie. In più casi tale ipotesi è comprovata dalla presenza di cocci.

Sembra con ciò sufficientemente dimostrato che, anche negli strati profondi del suolo, il fosforo può permanere legato ai complessi assorbenti in forme assai labili, estraibili con acqua distillata, e ciò per periodi di tempo maggiori di 2500 anni.

Tale resistenza delle forme idrosolubili è stata constatata in terreni diversi nel loro contenuto in argilla, nella reazione e nel contenuto calcareo. Evidentemente essa si può verificare soltanto dove i complessi anzidetti raggiunsero con l'arricchimento un alto grado di saturazione fosforica.

b) Sui terreni circostanti i nuraghi, si nota negli strati superficiali qualche relazione, tuttavia non costante, fra contenuti di anidride fosforica assimilabile e di azoto totale: dove la prima supera le 100 p.p.m. la media su undici campioni è di 0,24 % di azoto, mentre su diciannove

campioni meno provvisti di fosforo la media è di 0,18 %. Le stabbiature di epoche più o meno recenti avrebbero pertanto determinato un arricchimento organico-azotato, accanto a quello fosforico.

Meno evidenti appaiono i rapporti fra contenuti fosforici ed azotati negli strati profondi.

c) Nessuna conclusione può trarsi circa i rapporti fra le dotazioni fosforiche e le proporzioni di potassio scambiabile dei terreni variamente arricchiti, in seguito all'antico spargimento dei rifiuti. Le forti differenze riscontrate fra i valori del potassio scambiabile appaiono legate più alle difformità costituzionali dei terreni, che all'arricchimento a mezzo dei rifiuti.

d) Dal punto di vista della storia dei nuraghi, le dotazioni fosforiche degli strati profondi del suolo possono servire a stabilire che attorno a due dei sei nuraghi esaminati si ebbe un agglomerato di popolazione entro il raggio di m. 50-100.

Precisamente presso il Nuraghe Talia, in comune di Olmedo, alla distanza di m. 50 in direzione Sud si hanno oltre 200 p.p.m. di anidride fosforica idrosolubile nello strato profondo a 70-75 cm., entro il quale sono state anche trovate grosse pietre, avanzi di antiche costruzioni; alla distanza di m. 75 nella stessa direzione si hanno a cm. 50 di profondità 74 p.p.m. di anidride ed esistono vari cocci di epoca nuragica; a m. 100 il sottosuolo ha ancora oltre 100 p.p.m. di anidride, ma non si trovano cocci.

Attorno al Nuraghe Tomasu, in comune di Mara, mentre nella parte a settentrione si discende ripidamente in un burrone di un affluente del Riu de Mara, nella parte meridionale, lievemente declive, si hanno dati sul contenuto fosforico degli antichi strati nuragico e romano che indicano essere esistito un villaggio esteso per un raggio di circa m. 100. Infatti a Sud-Est i dati stessi superano le 100 p.p.m. fino a m. 75 di distanza dal Nuraghe e si aggirano sulle p.p.m. 80 a m. 100, mentre risultano insignificanti a m. 125. In direzione Sud-Ovest gli indizi di un antico abitato si hanno fino a m. 50 di distanza; ma a m. 75 si ritrovano ancora p.p.m. 65 nello strato a 35-40 cm. di profondità. La degradazione dei materiali terrosi lungo il declivio può spiegare la notevole ricchezza fosforica superficiale anche a m. 100.

Al contrario dei precedenti, i nuraghi Quinzola e Senzanome (Olmedo), dai valori esigui del contenuto fosforico degli strati profondi, appaiono aver avuto funzione diversa da quella di centro di abitazione.

Il Nuraghe Cubalciada (Alghero) presenta nelle proprie immediate adiacenze, fino a m. 5 in direzione Nord e Nord-Est, segni indubbi dello spargimento di rifiuti in epoca nuragica e fra essi sono reperibili ancora molti cocci. Esso funzionò probabilmente come centro pastorale da epoche non molto recenti, dato che gli strati fino a cm. 40 di profondità si dimostrano bene arricchiti di anidride fosforica (oltre p.p.m. 120), e ciò entro un perimetro irregolare, con distanze dal Nuraghe da 25 a 50 metri.

Il Nuraghe Santa Caterina ebbe probabilmente la stessa destinazione del Cubalciada, con particolare estensione verso Sud. Vi sono stati reperiti alcuni cocci romani e nuragici, ma indizi sicuri di insediamento si sono avuti soltanto a m. 10 e 30 in direzione Sud, e a m. 10 verso Ovest, dove alla profondità di cm. 45-50 si sono trovate oltre 300 p.p.m. di anidride fosforica idrosolubile. É probabile quindi che il Nuraghe Santa Caterina avesse costituito, più che un vero e proprio centro di villaggio stabile, un edificio presso il quale estemporaneamente vivesse qualche piccolo nucleo umano.

RIASSUNTO

Con l'analisi di N. 99 campioni di terreni circostanti sei nuraghi della Provincia di Sassari, viene dimostrata la resistenza delle forme idrosolubili del fosforo negli strati profondi del suolo attraverso un periodo di oltre 2500 anni, e vengono esposte illazioni sulla funzione dei singoli nuraghi esaminati, nell'epoca della loro edificazione e posteriormente, dalla ricchezza fosforica dei vari strati ed a varie distanze da ciascun Nuraghe, illazioni confortate dal reperimento di cocci riferibili alle diverse età.

BIBLIOGRAFIA

1) Morani V., Gugnoni G. — Fertilità residua nei terreni di antichi insediamenti umani. Ann. Sper. Agr. (n. s.). Roma 1953.
2) Marimpietri L., Morani V., Gisondi A. — Determinazione dell'anidride fosforica prontamente assimilabile nel terreno. (Ann. Staz. Chim.). Roma 24-1950.
3) Pallottino M. — La Sardegna Nuragica. Roma - Edizioni del Gremio, 1950.
4) Giovannini E. — Sulla determinazione dei cationi scambiabili nei terreni con particolare riguardo ai terreni della Sardegna (Nota 1) Studi comparativi sui metodi più correnti e moderni di dosaggio del Sodio e Potassio. (Questa rivista 1953).

Sassari, ottobre 1953

Istituto di Patologia Vegetale
dell'Università di Sassari
(Direttore: Prof. O. SERVAZZI)

La fusariosi delle « Sansevieria » ornamentali.

OTTONE SERVAZZI

Le *Sansevieria* coltivate come piante ornamentali — *S. thyrsiflora* Thbg. (= *S. guineensis* Willd.), *S. zeylanica* Willd. e le sue var. *laurentii* hort. (= *S. laurentii* Wildem.) e *craigii* hort. — vanno soggette da alcuni anni ad una malattia la quale, se pure non le distrugge, ne danneggia irreparabilmente le foglie che, per la loro severa eleganza, costituiscono il maggior pregio di queste belle Liliacee, oggi assai apprezzate come piante sia da appartamento o da serra, sia da aria aperta.

Abbiamo riscontrato per la prima volta la malattia di cui trattasi su piante di *S. zeylanica* inviateci, l'11-V-1950 dal prof. N. Cuscianna, Direttore dell'Osservatorio Fitopatologico per la Liguria, che le aveva raccolte a Sanremo; successivamente abbiamo trovato noi stessi piante ammalate (appartenenti a tutte e tre le specie e varietà suddette) in varie località della Riviera ligure (S. Margherita, Rapallo, Finale, Imperia, Sanremo, Ventimiglia) ed a Montecarlo (su piante della var. *craigii* coltivate all'aperto, nel maggio del 1953); altri casi abbiamo osservato a Torino su piante di *S. zeylanica* provenienti dalla Liguria. Ma già precedentemente (30-V-1949) il dott. C. Malan, dell'Istituto di Patologia vegetale dell'Università di Torino, aveva riscontrato la medesima malattia su piante coltivate a S. Mauro presso Torino [1].

È probabile che dalla Liguria, dove la malattia sembra essere più frequente e dove risiedono i maggiori coltivatori di *Sansevieria*, essa, attraverso l'intenso commercio di queste piante tanto richieste, si sia ormai diffusa da per tutto in Italia.

---

[1] Cogliamo l'occasione per ringraziare il dott. Malan di aver messo a nostra disposizione le colture dell'agente patogeno da lui isolato per i confronti con le colture da noi ottenute.

SINTOMATOLOGIA E AGENTE PATOGENO

I sintomi macroscopici della malattia sono facilmente riconoscibili e consistono in macchie di secchereccio di calore bruno-arancione o giallo-brunastro, irregolari e depresse, che da prima si osservano solo sulla pagina superiore delle foglie. Esse si estendono assai lentamente fino a raggiungere, talvolta, una lunghezza di 3-4 cm. ed una larghezza di 1-1,5 cm., col diametro maggiore generalmente parallelo alla nervatura della foglia. Le macchie poi si deprimono, con processo, in genere, molto più rapido di quello dell'aumento in lunghezza, tanto che spesso si possono vedere macchie relativamente piccole così incavate da assumere un aspetto crateriforme e canceriforme. Se il processo continua ne consegue, infine, la perforazione del lembo. Di solito su una foglia si osservano poche macchie (da una a tre) generalmente isolate; a volte sono numerose e in parte confluenti. Quando sono colpite foglie giovani il danno è più grave in quanto dalle macchie può avere origine la dilacerazione del lembo; ciò avviene per il fatto — ben noto anche in altre malattie del tipo necrotico — che i tessuti necrosati costituiscono delle zone di resistenza in mezzo ai tessuti sani che continuano ad accrescersi onde ne conseguono tensioni e infine rotture specialmente nei parenchimi internervali. Perciò, mentre nelle foglie giovani si osservano spesso lacerazioni parallele alle nervature, che a prima vista si possono confondere con macchie molto allungate mentre in realtà si tratta di lesioni secondarie (fig. 1), nelle foglie adulte le macchie anche se perforate, non si prolungano in fenditure.

Sulle superficie delle zone necrosate si osserva talvolta qua e là una quasi impercettibile polverulenza bianca costituita dai conidi del patogeno che, come diremo più avanti, abbiamo identificato con *Fusarium moniliforme* Sheld. v. *subglutinans* Wr. et Rg.

Il micelio del fungo è costituito da ife ialine, parcamente guttulate, frequentemente settate, molto ramose, sottili (diam. medio 1,5-2, max. 3 μ) aventi andamento inter- e intracellulare. Nelle zone necrosate le cellule del mesofillo appaiono in parte con protoplasma addensato in una massa giallo-bruna avente l'aspetto di un grumo resinoso. In seguito si constata la formazione di grandi lacune dovute sia alla rottura delle pareti delle cellule parenchimatiche, sia al fatto che, scomparendo le lamelle mediane (probabilmente per azione pectolitica da parte del fungo), le singole cellule del tessuto disgregato rapidamente muoiono. Nelle zone più profondamente alterate l'epidermide manca completamente, oppure la cuti-

cola appare sollevata e staccata; mentre nelle zone meno alterate la cuticola sembra normale, ma le cellule epidermiche si presetano molto più appiattite in confronto di quelle normali e sono piene di una sostanza bruna. Nei punti nei quali l'epidermide è scomparsa si osserva un tessuto cicatriziale di sostituzione sotto forma di due-tre strati di cellule sugherose; quando il micelio è ulteriormente penetrato nel parenchima, le cellule sugherose cadono a loro volta insieme con le cellule parenchimatiche morte e vengono sostituite da un nuovo straterello sugheroso che a sua volta scompare e viene sostituito man mano che l'infezione procede. In questo

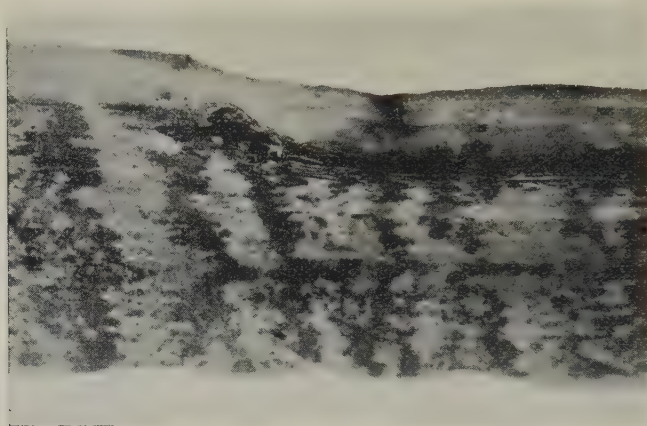



Fig. I.

modo si spiega il formarsi delle erosioni canceriformi caratteristiche della malattia; procedimento quindi analogo a quello che dà origine al tipo delle « pustole incavate » della rogna comune delle patate causate da *Streptomyces*. Il sughero cicatriziale si forma anche alla superficie delle lacerazioni secondarie alle infezioni di foglie giovani; lacerazioni che, pertanto, si presentano come fenditure brunastre e perciò a tutta prima confondibili con le lesioni primarie; solo che mentre in quest'ultime i tessuti sono percorsi dal micelio del patogeno, nelle lesioni secondarie, ovviamente non v'è traccia di micelio.

In camera umida, a temperatura d'ambiente, sulle macchie si formano: dopo 24 ore un abbondante micelio feltroso bianco e dopo altre 24 ore sporodochi di colore giallo-roseo chiaro aventi la forma di cuscinetti larghi 0,25-1 mm. e alti 0,2-0,3 mm. (in media), e a superficie distintamente polverulenta.

Tali sporodochi sono costituiti da uno stroma basale-centrale, di tipo nettamente plectenchimatico a cellule irregolari, denso e di colore violaceo nella parte centrale (anche in sezione sottile) sempre meno denso e di colore più chiaro (giallo-roseo) verso la periferia dove le cellule, facendosi più regolari, vegono infine a costituire uno pseudoparenchima (a cellule quasi isodiametriche o subrotonde e ialine) dal quale hanno origine i conidiofori.

Questi ultimi sono cilindrico-allungati o un poco affusolati, piuttosto corti e sottili (max. 28 x 4 μ), ialini, a plasma granuloso o finemente guttulato, di solito semplici, raramente con un setto submediano o con uno o 2 rametti (metule) laterali o apicali brevi e leggermente inflati.

I conidi sono ialini, allungato-fusiformi quasi diritti o leggermente arcuati, privi di cellula del piede ed hanno pareti molto sottili. Essi sono in maggioranza non o 1-settati, più raramente 3-settati e solo eccezionalmente 5-settati. Le dimensioni sono le seguenti:

conidi	0-settati:	10-12 x 3-4,5 μ	in media	12 x 4 μ
»	1-settati:	16-20 x 3,5-4 μ	» »	16 x 4 μ
»	3-settati:	20-34 x 2,8-4 μ	» »	24-32 x 3-3,5 μ
»	5-settati:	31-44 x 2,8-3,5 μ	» »	34-40 x 3 μ

CARATTERI COLTURALI DEL PATOGENO

Dagli sporodochi e dai tessuti necrosati il fungo è stato facilmente isolato per le colture su agar-carota e agar-peptone-glucosato.

Su a g a r - c a r o t a (acido) in una decina di giorni si forma un micelio sottile, scarsamente infittito, quasi araneoso, che solo intorno all'*inoculum* si addensa alquanto costituendo una massa un pò feltrosa. La ife rampanti sulle pareti dei tubi sono ialine, mentre il resto del micelio ha un colore violaceo-vinoso; dello stesso colore, ma di una tonalità più intensa, addirittura rosso-viola scuro, si presenta pure l'agar in tutto il suo spessore. Anche il liquido di condensazione che si raccoglie al fondo dei tubi è di colore nettamente rosso-vinoso. Sparsi in tutta la coltura, più fitti intorno all'*inoculum,* e visibili specialmente controluce, si notano numerosi punti nerastri. L'ulteriore sviluppo del micelio aereo è lento: nelle colture di tre mesi esso si presenta un pò più denso, radente, di colore ancora più intensamente rosso-violaceo, mentre il *pabulum,* parzialmente disseccato e retratto, ha assunto una colorazione violaceo-nerastra.

Su agar-peptone-glucosato l'aspetto delle colonie è completamente diverso. Il micelio aereo, che si estende rapidamente su tutta la superficie del substrato è denso, cotonoso e bianco-niveo; solo nella parte inferiore della colonia esso assume gradatamente una delicata tinta viola-mammola chiara. A contatto del substrato si costituisce uno stroma tenace, quasi una cotica di consistenza cartilaginosa e di colore grigio-violaceo e, più tardi, grigio-nerastro, mentre l'agar mantiene invariato, anche dopo sei mesi, il suo caratteristico colore alabastrino chiaro.

Anche nei caratteri microscopici si rilevano notevoli differenze tra le colture sull'uno e sull'altro terreno.

Su agar-carota il micelio aereo bianco, scarso come abbiamo detto, è costituito da ife molto settate, cilindriche, ialine, lisce, a protoplasma omogeneo (per cui le ife si presentano otticamente vuote) o poco granuloso, quasi isodiametriche (larghezza media 6 μ); le ife sottili sono assai più ramificate di quelle più grosse; tra queste ultime si osservano talune nettamente vacuolizzate che danno origine a cellule intercalari di forma subrotonda, con diametro uguale a circa il doppio di quelle delle ife generatrici (diam. medio 12 μ) e da parete discretamente ispessita, che potrebbe avere la funzione di clamidospore (fig. II, 1).

Dalle ife si dipartono brevi filamenti (lunghi al massimo 20 μ) sottili (diam. medio 3,5 μ) che sono da considerarsi come conidiofori in quanto danno origine a microconidi; questi sono ialini, ellittici o approssimativamente fusoidei, mai ovoidali o piriformi, unicellulari o raramente bicellulari, aventi diametri variabili tra 4 x 1,3 e 10 x 3 μ, di solito riuniti all'apice dei conidiofori e tra loro agglutinati piuttosto tenacemente in falsi glomeruli (fig. II, 2); molto raramente sono disposti a 3-6 in brevi catenule effimere. Abbastanza frequentemente i microconidi, dopo il distacco, rimangono ravvicinati formando pile più o meno regolari d'aspetto caratteristico (fig. II, 3).

Mentre i microconidi si formano in numero enorme sono, al contrario, rarissimi i macroconidi. Questi ultimi nascono da conidiofori (fig. II, 4) costituiti da una cellula cilindrica (diam. 20 x 4 μ) al cui apice si sviluppano 2-4 diverticoli (metule) irregolarmente fusiformi (diam. 18-20 - 3,5 μ). I macroconidi delle colture sono morfologicamente identici a quelli osservati in natura, salvo le dimensioni alquanto diverse e il fatto che in coltura non si formano conidi 5-settati, come non si formano sporodochi.

Il micelio strisciante è costituito da ife simili a quelle del micelio aereo, ma di colore violaceo pallido; mentre il micelio profondo è formato da ife di aspetto assai diverso specialmente per la pigmentazione.

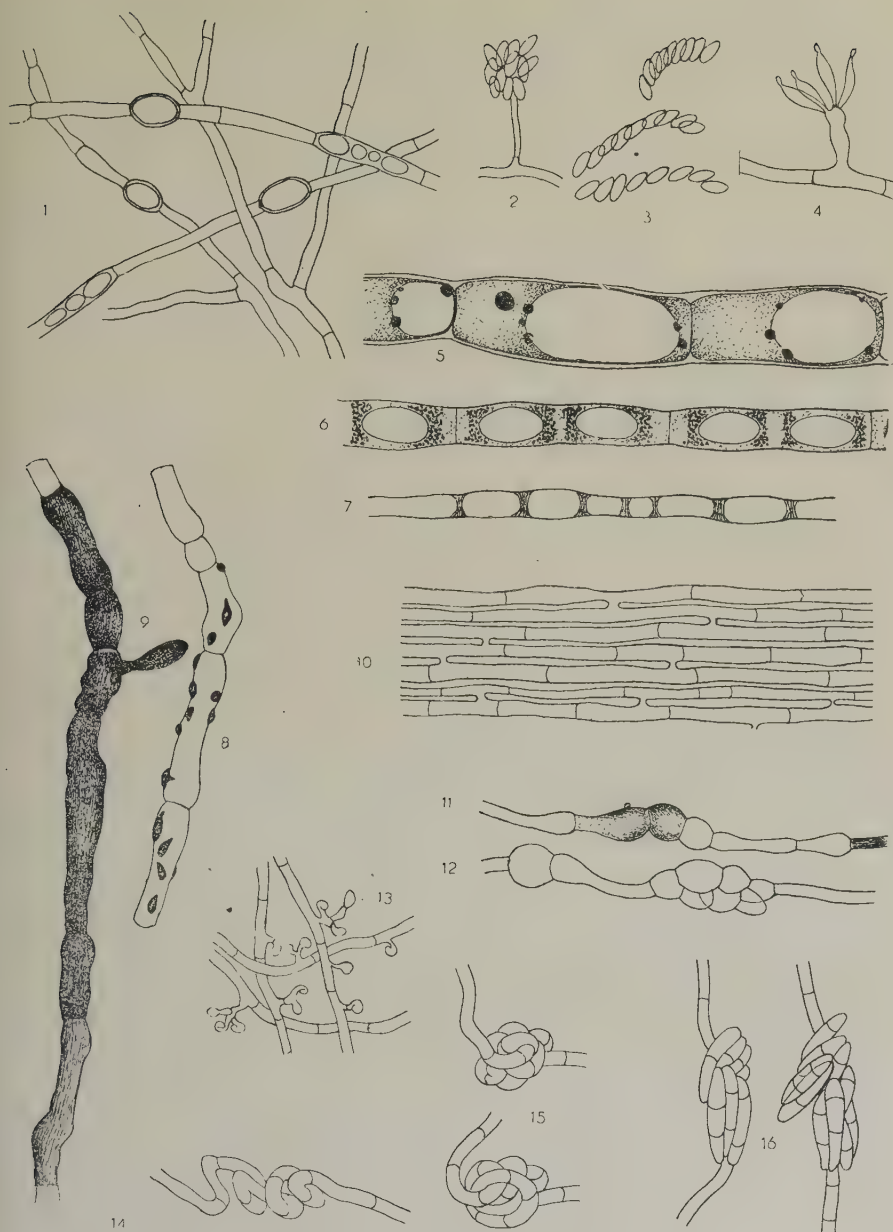



Fig. II.

Fusarium moniliforme Sheld. v. *subglutinans* Wr. et Reg.

In alcune ife relativamente grosse (diam. 6-6,5 μ) a cellule brevi, si osservano pareti esterne abbastanza ispessite e pareti divisorie sottili; tanto le prime come le seconde sono ialine. Il plasma è omogeneo, leggermente colorato in viola pallido con guttule rotonde di pigmento rosso-vinoso scuro disseminate nel plasma stesso o addossate al tonoplasto, mai presenti nel succo cellulare (fig. II, 5). Talora queste guttule si addensano solo intorno ai poli dei vacuoli in numero tale che a piccolo ingrandimento, le ife appaiono striate trasversalmente di rosso-violetto (fig. II, 6, 7). Altre volte il pigmento si deposita irregolarmente sulla superficie esterna delle pareti sotto forma di masserelle crostose, isolate e più o meno numerose, rotonde o commaformi (fig. II, 8). In altre ife, generalmente più grosse (diam. 8-10 μ) l'intera parete si presenta pigmentata per lunghi tratti (fig. II, 9) e si ha l'impressione che il pigmento formi una specie di guaina intorno all'ife, anche per il fatto che alle cellule in tal modo pigmentate seguono o procedono, nelle medesima ifa, cellule di diametro notevolmente minore. Il pigmento si trova sparso pure nel substrato sotto forma di grossi grumi colorati, di forma irregolmente arrotondata e di aspetto resinoso; sono questi che appaiono come punti neri nelle colture guardate controluce.

Anche nel micelio immerso si notano corpi sferici intercalari, anzi con maggior frequenza che nel micelio aereo.

Molte volte un certo numero di ife (da due a più) si dispongono parallelamente tra di loro formando placche miceliche o si agglutinano in fasci formando « cordoni ». Queste ife sono quasi isodiametriche non solo singolamente, ma anche l'una rispetto all'altra, nel senso che le ife di un medesimo « cordone » sono tutte di diametro uguale, di solito sui 4,5-5 μ potendo arrivare a 8-8,5 μ. Esse per lunghi tratti non sono ramificate, ma unite da frequenti anastomosi, regolarmente settate, ed a protoplasma finemente granuloso (fig. II, 10); singolarmente sono di un colore roseo-pallido uniforme, in massa di un rosso-violetto e perciò i « cordoni » sono tanto più intensamente colorati quanto maggiore è il numero delle ife concorrenti a formarli. I « cordoni » si formano solo alla superficie del substrato ove danno origine ad estesi e fitti intrecci, mentre luogo le pareti dei tubi le ife si dispongono in uno strato unico formando placche che possono ricoprire larghe superfici.

Alle ife isodiametriche tanto isolate che riunite in cordoni sono inframmezzate altre ife d'aspetto completamente diverso, cioè a cellule più o meno rigonfiate ai setti o quasi rotonde, spesso intercalate da glomeruli formati da 3-10 cellule subrotonde (fig. II, 11, 12). Anche queste ife

hanno un colore roseo-violaceo chiaro, in massa rosso-vinoso. Esse costituiscono la parte principale del micelio profondo e, formando intrecci assai fitti ed estesi, danno luogo ad una specie di pseudostroma.

Anche nel micelio profondo si formano in grande quantità microconidi simili a quelli formatisi dal micelio aereo, però con la differenza che in massa essi appaiono di colore vinoso-violaceo e che, invece di apparire otticamente vuoti presentano un grande numero di minutissime granulazioni fortemente rifrangenti, a volte regolarmente addensate in piani trasversali sì da simulare, ad un esame superficiale dei setti. I macroconidi sono rarissimi (si sono formati solo in alcune colture) hanno protoplasma finemente granuloso, assumono in massa una tinta violaceo-pallida e sono tra loro agglutinati come i microconidi.

Nelle colture su a g a r - p e p t o n e - g l u c o s a t o il micelio aereo è costituito da ife ialine ora molto sottili (diam. 1-1,2 μ) ora più grosse (media 3, max. 6 μ), molto settate e ramose, che danno origine a numerosi diverticoli d'aspetto caratteristico, o brevissimi e ripiegati ad uncino dilatato verso l'estremità o composti da un breve rametto dal quale, a loro volta, prendono origine 2-3 diverticoli laterali od apicali (fig. II, 13). Sembra che questi diverticoli siano dei microconidiofori.

I microconidi si formano in numero tanto enorme che nelle colture vecchie la superficie del micelio aereo assume un aspetto polverulento. Essi sono morfologicamente identici a quelli che si formano nelle colture su agar-carota; sono talvolta riuniti in falsi capitoli, raramente in catenule effimere di 4-6 conidi. Anche in queste colture i macroconidi o non si formano affatto o sono rarissimi; quando si formano prendono origine da conidiofori simili a quelli osservati nelle colture su agar-carota.

I macroconidi presentano, sia sull'uno che sull'altro terreno, le seguenti dimensioni:

conidi	0-settati:	10-20 x 3,4 μ	in media	12-16 x 3,5 μ
»	1-settati:	16,28 x 3,5-4 μ	» »	20 x 4 μ
»	3-settati:	20-32 x 3,5-4 μ	» »	28 x 3,5 μ

Sul fondo dei tubi il micelio aereo è formato da ife di colore viola-pallido, ma per il resto uguali a quelle sopra descritte.

Il micelio strisciante è costituito in parte da ife del tipo di quelle del micelio aereo, in parte da ife isodiametriche (diam. medio 3,5-4 μ) di colore viola-pallido (in massa viola mammola) formanti lunghi cordoni di 3-8 ife parallele, anastomosate e agglutinate in fascetti.

Caratteristica delle colture su agar-peptone-glucosato è la presenza di un denso e tenace stroma superficiale formato da ife molto intrecciate e addensate senza che peraltro si costituisca un vero plectenchima. Le ife sono di un colore grigio-bluastro pallido, o qua e là ialine (in massa giallo-sporche), di diam. assai variabile (da 1,5 a 10 μ media 6 μ), molto settate e ramificate, frequentemente contorte ad elica (fig. II, 14) o avvolte in gomitoli (fig. II, 15) o più volte ripiegate su loro stesse a formare quasi dei pacchetti (fig. II, 16). Queste formazioni potrebbero essere considerate come pseudosclerozi.

CLASSIFICAZIONE DEL PATOGENO

È fuori dubbio che, per l'assenza di clamidospore vere e proprie, per i macroconidi a pareti sottili, per la presenza di microconidi non piriformi nè reniformi, il fungo in esame debba essere riferito alla Sect. *Liseola* del gen. *Fusarium*. Meno facile è la sua attribuzione ad una delle specie e varietà formanti la sezione medesima. Riteniamo tuttavia di poter escludere la sua appartenenza a *F. moniliforme* Sheld., *F. moniliforme* v. *minus* Wr. (1), *F. lactis* Pir. et Rib. in quanto questi sono caratterizzati dall'avere microconidi tipicamente agglutinati in catenule (mentre nella forma riscontrata su *Sansevieria* le catenule, oltre ad essere effimere e costituite al massimo da 6 conidi, sono rare, la norma essendo la loro riunione in pseudocapitoli), inoltre *F. moniliforme* v. *minus* non forma nè sporodochi nè pionnoti, mentre nella forma in esame i macroconidi nascono, per lo meno in natura, entro tipici sporodochi. Sono parimenti da escludere: *F. moniliforme* v. *antophilum* (A. Br.) Wr. e *F. neoceras* Wr. et Rg.; il primo avendo microconidi in parte piriformi, in parte fusoideo-ovali e macroconidi più lunghi (macroconidi 3-settati = media 31-51 x 2,7-4,4 μ; 5-settati media = 52-71 x 3,1-4,1 μ) e provvisti di una cellula del piede; il secondo per i microconidi tipicamente molto più grandi (3-settati = 46 x 4,25 μ; 5-settati = 62 x 4,25 μ). Recentemente Saccas (1951) ha descritto un nuovo *F. moniliforme* v. *oryzae* come agente di una malattia del riso dell'Africa equatoriale francese. Questa varietà è abbastanza affine alla forma vivente su *Sansevieria*, per vari caratteri, ma soprattutto per il fatto che in natura forma macroconidi al massimo 5-settati, mentre

(1) Tra gli ospiti di questa var. Wollenweber e Reinking (1935, p. 102) riportano anche *Sansevieria guineensis*.

in coltura dà conidi al massimo 3 o 4-settati (questi ultimi molto rari). I macroconidi sono però più stretti; infatti quelli 4 o 5-settati sono larghi in media solo 2,9 μ (mav. 3,1 μ), mentre quelli zero o 1-settati sono ancora più stretti (media 2,3-2,6, max. 3,1 μ), cioè la loro larghezza aumenta colla lunghezza. Nella forma da noi studiata si verifica il contrario e, comunque, i conidi sono larghi in media 3,5-4 μ.

Per esclusione resta quindi *F. moniliforme* Sheld. v. *subglutinans* Wr. et Rg. che ha macroconidi ordinariamente 3-5 settati, le cui dimensioni (conidi 3-settati, media = 32 x 3,5 μ; 5-settati = 50 x 3,5 μ) si avvicinano abbastanza, specie nella larghezza a quelle del fungo in esame, mentre nei microconidi le due forme si corrispondono. Non abbiamo perciò esitato ad assimilare la forma incontrata su *Sansevieria* a *F. moniliforme* v. *subglutinans,* nonostante le accennate differenze [1], cui si deve aggiungere pure, l'assenza nelle nostre colture di sclerozi che, secondo Wollenweber e Reinking (1935, p. 100), in questa varietà « possono essere presenti ».

---

[1] Se a queste si volesse dare troppo peso, non si dovrebbe assimilare la forma da noi descritta a nessuna delle specie e varietà della sect. *Liseola,* ma farne una specie o varietà « nuova ». L'identificazione per via d'esclusione non è certamente criterio strettamente ortodosso dal punto di vista tassonomico, d'altro canto a tutti colori che si occupano del gen. *Fusarium* è nota la grande variabilità dei caratteri propria alle specie di questo genere (così per es. il Wollenweber nella sua monografia mette in risalto le differenze nelle dimensioni tra i macriconidi riscontrabili in natura e quelli ottenuti in coltura dalle ascospore delle corrispondenti forme perfette; anche il Saccas, l. c., riscontra caratteri notevolmente diversi nei macroconidi in natura e in coltura e noi stesso abbiamo rilevato altrettanto); per cui se è possibile sceverare taluni caratteri come fondamentali di alcuni gruppi ben definiti, assai difficile riesce, spesso, derivare da questi specie o varietà nettamente differenziate da caratteri ben definiti e costanti: lo dimostra il grande numero di specie e varietà finora descritte, nonchè la relativa sinonimia e omonimia incerta e farraginosa. Le chiavi analitiche del Wollenweber, quando non le abbiamo addirittura complicate, non hanno semplificato tali difficoltà; onde è benvenuto qualsiasi tentativo che, tenendo conto dell'estrema variabilità morfologica delle singole forme, specie in rapporto al substrato, tenda a semplificare gli schemi riducendoli a poche specie e varietà, come hanno fatto con lodevole chiarezza Snyder e Hansen per le forme della Sect. *Elegans,* riducendo le 10 specie, 19 var. e 12 forme della medesima alla sola sp. *F. oxysporum.*

È in base a queste considerazioni che ho preferito assegnare — sia pure con riserva — la forma vivente su *Sansevieria* alla var. *subglutinans* di *F. moniliforme,* anzichè seguire l'altra via, più comoda, ma dal punto di vista rigorosamente tassonomico non meno discutibile, di fondare su di essa una nuova varietà.

DIFFUSIONE DELLA MALATTIA

Una malattia fogliare, analoga e forse identica a quella da noi riscontrata, è stata descritta da Kotthof (1937) in Germania su piante di *Sansevieria zeylanica* coltivate in vaso, e, successivamente da Jones (1940) su piante di *S. zeylanica* e *S. zeylanica* v. *laurentii* coltivate in serra nello Stato di Washington (U.S.A.). Ambedue gli autori indicano come agente patogeno *Fusarium moniliforme* Sheld.

Il Jones precisa di aver effettuato 32 isolamenti da 26 foglie colpite, dei quali 20 risultano di *F. moniliforme*. Con questi l'A. eseguì 87 prove di inoculazione artificiale, previa lesione delle foglie, ottenendo risultati positivi in 53 casi, e altre 10 prove su foglie integre ottenendo 6 casi positivi. La capacità patogena del fungo è perciò fuori discussione. Dati i sintomi descritti da Kotthoff e Jones, pensiamo che essi abbiano avuto da fare con la medesima malattia da noi descritta. Non abbiamo invece elementi per discutere intorno all'identità del patogeno da essi indicato come *F. moniliforme;* nulla però esclude che sia questa specie, sia la sua var. *subglutinans* possano dar luogo alle medesime lesioni e che la presenza di quest'ultima in Italia, come patogeno, per ora almeno unico, sia questione di clima.

In America, *F. moniliforme,* come agente di macchie fogliari su *Sansevieria* sp., è riportato nei trattati di Dodge e Rickett (1943) che però si limitano a sunteggiare il lavoro di Jones (compresi i consigli di lotta), e della Westcott (1950) che indica la malattia per alcuni Stati dell'Unione Nord-americana.

Recentemente la Bongini (1953) ha segnalato in una breve nota, un marciume da lei riscontrato su *Sansevieria guineensis* riferendone l'agente a *F. moniliforme* (non sicuramente identificato). Riteniamo che trattandosi di un marciume, cioè di una malattia a sintomatologia ben diversa da quella da noi studiata, anche gli agenti possano essere diversi nei due casi.

OSPITI E DIFFUSIONE DEL PATOGENO

La lista degli ospiti di *F. moniliforme* v. *subglutinans* è piuttosto lunga.

Wollenweber e Reinking (1925, 1927), Sideris (1929), Wollenweber (1931) lo segnalano come agente, probabilmente secondario, di un marciume delle foglie, del cuore, dei frutti e delle radici di *Ananas sativus;* Wardlow (1033) in un marciume apicale dei frutti di *Musa cavendishii* e

(1934) di un annerimento con marciume delle foglie centrali in piantine di *M. cavendishii* e *M. acuminata* a Trinidad; Wollenweber e Reinking (1925) e Reinking (1926, 1937) di un marciume delle foglie e degli pseudofusti di *M. sapientum* nel Honduras; Ocfemia e Mandiola (1932) e Ramos (1933, pp. 322-337) come agente secondario di un marciume del cuore di *M. textilis* nelle Filippine; Foex e Lansade (1936, 1937) associato, con patogenicità molto limitata, ad un batterio in un marciume di *M. basjoo* e *M. sapientum* in Siria; Martin (1931) lo indica come probabile agente di una malattia di *Saccharum officinarum* nelle Hawai denominata « pokkah-boeng », Padwick (1939) sul medesimo ospite in India, Van Dillewijn (1948) a Giava, Matsumoto (1951 a Formosa; Deighton (1933) in un marciume dei frutti di *Citrus aurantium* v. *bigaradia* a Sierra Leone; Want (1937) lo segnala tra gli agenti di marciume di diverse varietà di *Cucumis melo* (tra i quali il cantalupo) negli Stati Uniti; Wiehe (1939) come agente di un avvizzimento del Citiso nell'isola di S. Maurizio; Hean (1947) di un avvizzimento di *Crotalaria juncea* nel Sud-Africa; Marchionatto (1933, 1934) di un arrossamento delle cariossidi di frumento in Argentina; Ludbrook (1943) lo isola assieme a vari tipi di batteri, da piante ammalate di *Zea mais*, di *Z. mais* v. *saccharata* (granoturco zuccherino) e di sorgo in Australia; Wollenweber e Reinking (1935, p. 100) lo citano su *Theobroma cacao*.

Ma *F. moniliforme* v. *subglutinans* è conosciuto specialmente come un parassita importante del granoturco. Come tale è stato segnalato per la prima volta nel 1931, da Mac Donald (1932) nel Kenia su radici, culmi e spighe affette da marciume. Due anni dopo Edwards (1932) lo riscontra dannoso al Mais nella Nuova Galles del Sud, ne riconosce lo stadio ascoforo in *Gibberella fujikuroi* v. *subglutinans* (prima segnalazione e descrizione) e dà la prova nella patogenicità del fungo. Successivamente dimostra (1935) l'esistenza di due forme biologiche del medesimo, riconoscibili in base al differente comportamento in coltura su agar-patate-glucosato a temp. tra 5° e 40°; mette inoltre in evidenza la grande resistenza del micelio che in coltura si mantiene vitale per quasi tre anni, mentre le ascospore germinano ancora dopo 18 mesi. Il fungo vive nei semi per cui si ha una germinazione diffettosa ed il disseccamento delle piantine. La malattia indotta da *F. moniliforme* v. *subglutinans* consiste essenzialmente in un « maciume secco » delle spighe e delle cariossidi; il parassita può sopravvivere da una stagione all'altra sia nei semi stessi, sia nei culmi, sia nei residui vegetali rimasti nel terreno dopo il raccolto (Edwards 1936). Dai semi e dal terreno il fungo può invadere le piante dando origine

o al disseccamento delle piantine o ad un marciume del piede delle giovani piante, che uccide le radici principali che di formino le radici avventizie, o a varie forme di marciume dei culmi e delle spighe delle piante adulte.

Essa ha una grande aria di diffusione: è stata infatti studiata in Australia, oltrechè da Edwards (1932, 1935, 1936, 1940 a, 1940 b, 1941 a, 1941 b, da Noble (1935), da Millikan e Ludbrook (1943); nel Kenia da Mc Donald (1932, 1934, 1936); nella N. Zelanda da Neill e Brien (1935); nel Sud-Agrica da Pole Evans (1937); negli Stati Uniti da Hoppe (1939); in Rodesia da Hopkins (1949); nel Tanganica da Wallace (1951).

Infine *F. moniliforme* v. *subglutinans* è stato isolato anche da insetti: secondo Wollenweber e Reinking (1935, p. 100 e 305) da un Ortottero (*Nomadacris septemfasciata*) e dal Lepidottero *Pyrausta nubilalis;* Padmanabhan (1947) lo segnala in India come parassita delle crisalidi (non delle larve!) di *Epipyrops,* un Lepidottero parassita di Cicadidi (Homopt. Fulgoridae) del gen. *Pyrilla* dannose alla canna da zucchero.

Sulla scorta di quanto precede si può dire che l'area geografica di diffusione di *F. moniliforme* v. *subglutinans* si estende su tutta la superficie terrestre; in particolare come parassita importante del Mais è diffuso in tutti i paesi extra-europei. Resta da vedere se effettivamente si tratti di una medesima entità sistematica o non piuttosto di funghi diversi, ma molto affini tra di loro; ipotesi implicita nella constatazione della grande variabilità del fungo stesso in rapporto al substrato nutritivo e quindi ai differenti ospiti segnalati.

Per quanto riguarda la sua presenza in Europa come parassita delle *Sansevieria* ornamentali siamo del parere che si tratti di una forma biologica a sè stante. Tale idea ci è suggerita dalle ricerche dell'Edwards il quale — come abbiamo detto — è riuscito ad individuare due forme biologiche ambedue viventi sul Mais; riteniamo quindi che, a maggior ragione, la forma da noi riscontrata su *Sansevieria* possa differenziarsi da quelle parassite del Mais o segnalate su altri ospiti. Ci proponiamo di approfondire tale argomento con ulteriori studi.

PATOGENICITÀ E LOTTA

La maggior parte degli autori che hanno segnalato *F. moniliforme* v. *subglutinans* sui più diversi ospiti ritengono che esso sia, più che un vero parassita, un parassita di debolezza associata ora con altri *Fusarium* ora con batteri, o secondario ad alterazioni dovute a cause non parassitarie. Fanno eccezione le forme biologiche viventi sul Mais, sulla cui natura

decisamente parassitaria non si possono avere dubbi dopo gli studi dell'Edwards e di altri.

Lo stesso si può dire della capacità infettiva della forma riscontrata su *Sansevieria*. Abbiamo infatti eseguito prove d'inoculazione su tre foglie di *Sansevieria zeylanica* v. *laurentii* mettendo semplicemente sulla superficie di ogni foglia 3 goccie di una sospensione di macroconidi (in maggioranza 1-settati). In camera umida, dopo 14 giorni, su due foglie comparvero le caratteristiche lesione (una per foglia) e dopo altri 6 giorni due nuove macchie sulle medesime foglie. Cioè dopo 20 giorni su due foglie tutte le prove furono positive; mentre nella terza foglia non si ebbero infezioni nemmeno più avanti. Dato l'esito positivo delle prove, in un rapporto superiore al 50 % e su foglie perfettamente integre, non ritenemmo nenecessario ripetere le prove nè di eseguirne altre su foglie lesionate.

Secondo Kotthoff (l. c.) si può combattere la malattia eliminando le foglie infette ed eseguendo ripetuti trattamenti con un funghicida cuprico come p. es. la poltiglia bordolese all'1 % Jones (l. c.) scrive che i trattamenti con poltiglia borgognona (4:6:50), a cui si è aggiunto il 0,5 % di « Penetral » come adesivo, si sono dimostrati sufficienti a proteggere le piante; raccomanda inoltre di distruggere le foglie colpite e di usare la massima attenzione nelle annaffiature per non disperdere i conidi del parassita mediante gli spruzzi. Noi abbiamo ottenuto buoni risultati con poltiglia bordolese e con « Fuclasin » (ditiocarbamato di zinco) addizionato ad un bagnante.

RIASSUNTO

Viene descritta una malattia che danneggia le foglie delle *Sansevieria* ornamentali in Piemonte, Liguria e altrove. Il suo agente patogeno, di cui sono dati i caratteri colturali, viene identificato come *Fusarium moniliforme* Sheld. v. *subglutinans* Wr. et Rg., entità nuova non solo per la micoflora italiana, ma anche europea. Dopo aver passato in rassegna i dati bibliografici relativi alla diffusione ed agli ospiti del fungo, ed avere dimostrato la patogenicità della forma vivente su *Sansevieria*, l'autore esprime il dubbio che si tratti di una razza biologica diversa da quelle finora note. Per la lotta si consigliano trattamenti con poltiglia bordolese o ditiocarbamato di zinco.

BIBLIOGRAFIA

Bongini V. 1953. — Segnalazioni fitopatologiche - Fusariosi in Sanseviera. *Ann. Sperim. Agr.*, n. s. VII, p. XLII.

Deighton F. G. 1935. — Mycological work. - *Rep. Dep. Agric. S. Leone,* 1933, pp. 14-20; (RAM, XIV, 1935, p. 428).

Dodge B. O. e Rickett H. W. 1943. — Diseases and pests of ornamental plants. N. Y.

Edwards E. T. 1933. — A new Fusarium-disease of maize. A preliminary note on the pathogenicity of *F. moniliforme* Sh. v. *subglutinans* Wr. et. Rg. and on the occurrene of the hitherto uncrecorded ascigerous stage, *Gibberella Fujikuroi* (Saw.) Wr. v. *subglutinans* n. c. - *Agr. Gaz N. S. Wales,* XLIV, pp. 895-897. (RAM, XIII, 1934, p. 299).

Edwards E. T. 1935. — Studies on *Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans* the hitherto undescribed ascigerous stage of *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans* and its pathogenicity on Maize in New South Wales. - *Sci. Bull. Dep Agr. N. S. W.*, 49 pp. 68. RAM, XV, 1938, p. 359).

Edwards E. T. 1936. — Maize sed selection and disease control, The problem of internal sead-borne infection. - *Agric. Gaz. N. S. W.*, XLVII, pp. 303-306. (RAM, XV, 1936, p. 793.

Edwards E. T. 1940 a. — Internal grain infection and kernel rot in the 1938 American Maize crop. - *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, VI, pp. 25-31. (RAM, XIX, 1940, p. 468).

Edwards E. T. 1940. — The biological antagonism of *Gibberella fujikuroi* and *Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans* to *Trichoderma viride,* with notes on the pathological effects of the latter fungus on Maize - *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, VI, pp. 91-100. (RAM, XIX, 1940, p. 589).

Edwards E. T. 1941 a. — Internal grain infection in Maize due to *Gibberella fujikuroi* and *Gibberella fujikuroi* var. *subglutinans.* - *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* VII, pp. 74-82. (RAM, XXL, 1942, p. 72).

Edwards E. T. 1941 b. — The relation of mineral nutrition to seedling blight infection in Maize. - *J. Aust Inst. Agric. Sci.* VII, pp. 147-154. (RAM, XXI, 1942, p. 286).

Foex E. e Lansade M. 1936. — Une bacteriose du Bananier. - *C. R. Acad. Sci.* Paris, CCII, 26, pp. 2173-2175.

Foex E. e Lansade M. 1936. — Une maladie du Bananier. - *Rev. Bot. Appl.*, XVI, pp. 887-892.

Hean A. F. 1947. — A wilt disease ol Crotalaria juncea Lin. (Sunu Hemp) found in South Africa. - *Sci. Bull. Dep. Agric. S. Afr.*, 255, pp. 15. (RAM, XXVIII, 1949, p. 216).

Hopkins J. C. F. 1950. — Summary of Annual Report of the Chief-Botanist and Piant Pathologist for the year ended 31 st. Dec. 1949. - *Rhod. Agr. J.*, 49 pp. 511. (RAM, XXX, 1951, p. 511).

Hoppe P. E. 1939. — Relative prevalence and geogrophic distribution of various ear rot fungi in the 1938 Corn rop. - *Plant Dis. Rept.* XXIII, pp. 142-148. (RAM, XVIII, 1939; p. 669).

Jones L. K. 1940. — Fusarium leaf spot of Sansevieria. - *Phytopathology*, XXX, pp. 527-530.

Kotthoff P. 1937. — Neue Topfpflanzenkraheiten. - *Kranke Pflanze,* XIV, pp. 28.30.

LUDBROOK W. V. 1942. — Top rot of Maize, Sweet Corn, and Sorghum. - *J. Coun. Sci. Industr. Res. Aust.*, XV, pp. 213-216. (RAM, XXII, 1943, p. 95).

MARCHIONATTO J. B. 1933. — Notes de patologia vegetal. Contribution al conocimiento de las enfermidades de las plantas provocados por los hongos. - *Rev. Fac. Agr. Nacion. La Plata*, XIX, pp. 407-426.

MARCHIONATTO J. B. 1934. — Enfermidad del Trigo poco conociudas y radicadas en la region oeste de la zona triguera. - *Bol. Min. Agric. B. Aires*, XXXVI, pp. 293-299. (RAM, XV, 1936, p. 209).

MARTIN J. P. 1931. — Phatology. *Proc. Hawaiian Sugar Planter's Assoc. Fiftieth. Ann. Meeting*, 1930. - pp. 437-451. (RAM, XI, 1932, p. 4).

MATSUMOTO T. 1950. — An annotated list of Sugarcane diseases in Formosa and remarks on the taxonomy af the casual organism. II. - *Mem. Fac. Agric. Taiwan*, 2, pp. 1-5. (RAM, XXX, 1951, p. 344).

MC DONALD J. 1932. — Annual Rept. Dept. of Agric. Kenija for the year ended 31 st. dec. 1931. - pp. 118-130. (RAM, XII, 1932, p. 9).

MC DONALD J. 1934. — Annual Rept. of. the Senior Myologist. - *Rept. Dept. Agric. Kenija* 1933. - 146-158. (RAM, XIV, 1935, p. 427).

MC DONALD J. 1936. — Annual Report of the Senior Mycologist. - *Rep. Dep. Agric. Kenija*, 1934, II, pp. 24-39. (RAM, XV, 1936, p. 558).

MILLIKAN C. R. e LUBDROOK W. T. 1943. — Maize diseases in Victoria. - *J. Dept. Agric. Vict.* XLI, pp. 207-212. (RAM, XXII, 1943, p. 353).

NEILL J. C. e BRIEN R. M. 1935. — Experiments on the control of pink cobrot of Maize - *N. Z. J. Agric.*, LI, pp. 65-69. (RAM, XV, 1936, p. 12).

NOBLE R. J. 1935. — Australia: notes on plant disesases recorded in New South Wales for the year ending 30 th. June 1935. - *Int. Bull. Pl. Prot.*, IX, pp. 270-273. (RAM. XV, 1936, p. 280).

OCFEMIA G. O. e MENDIOLA V. B. 1932. — The Fusarium associated with some field cases of heart rot of abaca. - *Philippine Agriculturist*, 21, pp. 296-308.

PADMANABHAN S. Y. 1947. — Fusarium sp. parasitic on Epipyrops a lepidoterous parasite of the Sugarcane Pyrilla. - *Proc. Indian Acad. Sci.*, Sect. B. XXVI, pp. 77-93. (RAM, XXVII, 1948, p. 71).

PADWICK G. W. 1939. — Report of the Imperial Mycologist. - *Sci Rep. Agric. Res. Inst. New Delhi*, 1937-38, pp. 105-112. (RAM, XVIII, 1939, p. 500).

POLE EVANS J. B. 1937. — Survey of a year's research work. Annual Report of the Division of Plant Industry. - *Fmg. S. Afr.*, XII, 141, pp. 528-547. (RAM, XVIII, 1938, p. 441).

RAMOS M. M. 1933. — Mechanical injures to roots and corms of abaca in relatione to heart-rot disease. - *Philippine Agriculturist*, XXII, pp. 322-337. (RAM, XIII, 1934, p. 239).

REINKING O. A. 1926. — Fusaria inoculation experiments. Relationship of various species of Fusaria to wilt and Colorado disease of Banana. - *Phytopathology*, XVI, pp. 371-392.

REINKING O. A. 1937. — Isolations made from heart rot of Banana in Honduras. *Phytopathology*, XXVII, pp. 853-854.

SACCAS A. 1951. — Ètude morphologique et expérimental d'un Fusarium ravageur des cultures du riz a la Station Central de Boukoko (A. E. F.) -*Rev. path. veg. et d'entomol. agr. de France*, XXX, pp. 65-96.

SIDERIS C. P. 1929. — Pineapple root rots caused by species of Fusarium. - *Abst. in Phytopathology*, XIX, pp. 1146.

SNYDER W. C. e HANSEN H. N. 1940. — The species concept in Fusarium. -*Amer. Journ. Bot.* XXVII, pp. 64-67.

ULSTRUP A. J. 1936. — The occurrence of Gibberella fujikuroi var. subglutinans in the United States. -*Phytopathology*, XXVI, pp. 685-693.

VAN DILLEWIJN C. 1948. — Stalk population, yeld composition and Fusarium top rot in Sugarcane. -*Sugar*, XLIII, pp. 28-30. (RAM, XXVII, 1948. p. 256).

WALLACE G. B. 1951. — Pink ear rot of Maize. -*Mycol. Circ. Dept. Agric. Tanganyika*, 28, pp. 5. (RAM, XXX, 1951, p. 563).

WANT J. S. 1937. — Investigations of the market diseases of Cantaloups and Honey Dew and Honey Ball Melons. -*Tech. Bull. U. S. Dept. Agric.* 573, pp. 47. (RAM, XVII, 1938, p. 154).

WARDLAW C. W. 1933. — Banana diseases. V. Fusarium tip rot of immature Cavendish fruits. - *Trop. Agric.* X, 1933. (RAM, XII, 1933, p. 382).

WARDLAW C. W. 1934. — Banana disease. VIII. Notes on various diseases occurring in Trinidad. - *Trop. Agric.* XI, pp. 143-149. (RAM, XIII, 1934, p. 786).

WESTCOTT C. 1950. — Plant disease handbook. N. Y.

WIEHE P. O. 1938. — Division of Plant Pathology. - *Rep. Dep. Agric. Mauritius* 1938, pp. 34-39. (RAM, XIX, 1940, p. 261).

WOLLENWEBER H. W. 1931. — Fusarium monographie. - *Zeitschrft. f. Parasitkd.* III, pp. 269-516.

WOLLENWEBER H. W. e REINKING O. A. 1925. — Aliquot Fusaria tropicalia nova vel revisa. - *Phytopathology*, XV, pp. 154-170.

WOLLENWEBER H. W. e REINKING O. A. 1927. — Tropical Fusaria. - *Philippine Journ.* XXXII, pp. 103-253. (RAM, VI, 1927, p. 440).

WOLLENWEBER H. W. e REINKING O. A. 1935. — Die Fusarien. - Berlin, P. Parey.

Sassari, novembre 1953.

Istituto di Economia e Politica Agraria
dell'Università di Sassari
(Direttore inc.: Prof. E. PAMPALONI)

Il giudizio di convenienza dell'imprenditore contadino.

ENZO PAMPALONI

PREMESSA

L'impostazione data dal Bandini (1) a fondamentali problemi della scienza economico-agraria, ci sembra estremamente feconda di sviluppi tanto per chi si dedichi ad approfondire la dottrina, quanto per chi, guidato da questa, si sforzi di meglio conoscere e più scientificamente spiegare la realtà agricola.

Mentre aderiamo *toto corde* a tale impostazione scientifica, desideriamo altresì accogliere sollecitamente l'invito che il Bandini fa di approssimare sempre più gli schemi astratti dell'economia pura alla realtà agricola. In particolare ci alletta il consiglio di studiare i giudizi economici dei vari tipi di imprenditore agrario e fra questi quello dell'imprenditore contadino.

Già da vari anni, meditando su altra pubblicazione dello stesso Autore (2), la quale contiene già talune premesse che vengono sviluppate con la recente impostazione, essendo stimolati da un ideale sociale e da particolari responsabilità a porre la nostra attenzione sui fenomeni economici della proprietà contadina, avevamo sentita la stessa insoddisfazione del Bandini circa la forzata applicazione degli schemi economici astratti alla realtà dell'impresa agraria; sentivamo, infatti, che l'astrazione di tali schemi finiva col diventare errore quando ci si dimenticasse della loro natura e si volesse arbitrariamente applicarli alla realtà concreta. Altrettanta insoddisfazione, d'altra parte, sentivamo di fronte all'eccesso opposto, che in fondo deriva dallo stesso arbitrio: cioè di fronte al troppo facile e rasse-

---

(1) BANDINI M. — *La logica dell'Economia Agraria.* Rivista di Economia Agraria. Roma, vol. VIII (1), 1953.

(2) BANDINI M. — *Giudizi economici e costi di produzione in agricoltura.* INEA, Roma 1943.

gnato ripiegamento su posizioni non economiche per cercare di spiegare i fatti economici dell'agricoltura, quando la realtà non si presta ad essere spiegata con gli schemi astratti dell'economia pura.

È così che nell'insegnamento accademico ci venivamo gradatamente e quasi timorosamente distaccando da certe impostazioni ormai classiche; è pure così che in occasione del Convegno Internazionale degli Economisti Agrari tenutosi a Stresa nel 1949, presentavamo un primo saggio sul giudizio di convenienza dell'imprenditore contadino e che più volte, trattando delle prospettive della Riforma Fondiaria e dei suoi aspetti produttivistici, parlavamo delle apparenti *pazzie* economiche dei piccoli imprenditori agrari e cercavamo di dimostrare quanto esse fossero econmicamente sagge e logiche (3).

Ecco perchè l'invito del Bandini ci trova pronti a tentare di dare il nostro contributo, seguendo la strada da lui tracciata, lieti anche di constatare come il nostro pensiero scientifico si sia andato evolvendo non discordemente da quello di chi, ancor giovanissimo, ci fu, quasi vent'anni orsono, guida per i primissimi passi negli studi di economia agraria.

LO SCHEMA DEL PROFITTO E QUELLO DEL REDDITO FONDIARIO

È troppo noto come il giudizio di convenienza dell'imprenditore agrario si faccia tradizionalmente basare sullo schema che tende a porre in evidenza il profitto dell'impresa, oppure su quello che, con analisi alquanto più semplice, tende a porre in evidenza il reddito fondiario, cioè il complesso del beneficio fondiario e del profitto. È altresì noto come si usi affermare che i due schemi si equivalgono.

Prima di procedere nell'argomento propostoci e pur dando per acquisito quanto ha scritto il Bandini (4) circa l'astrazione di tali schemi, ci sembra che occorra porre questo problema pregiudiziale: i due schemi si equivalgono veramente?

Date le definizioni terminologiche e dato che ciascun elemento del costo di produzione, se non è elemento esplicito, è calcolato con attribuzioni di valore che, per ipotesi, sono giuste e, staticamente parlando, immutabili, non c'è dubbio che ogni variazione di reddito fondiario significa

---

(3) V. specialmente: PAMPALONI E. — *Proprietà contadina e fondamentali problemi dell'economia italiana.* L'Agricoltura Italiana. Roma, n. 12, 1950.

(4) BANDINI M. — *La logica ecc.* op. cit.

variazione di profitto; il reddito fondiario, infatti, è un elemento differenziale composto di due parti, di cui una (beneficio fondiario) è, per ipotesi, invariabile, mentre l'altra (profitto) è variabile.

Tuttavia, a bene osservare, lo schema che pone in evidenza il profitto ci appare, nella sua astrazione, non solo rigorosamente logico, ma anche del tutto generale. Esso è riferito a una figura economica *semplice,* che idealmente sussiste in qualsiasi impresa: quella dell'imprenditore puro, cioè dell'imprenditore che sostiene l'alea del processo produttivo senza conferire prestazioni nè reali nè personali. Lo schema, invece, che tende a porre in evidenza il reddito fondiario, rappresenta già una specificazione, un indirizzo verso una determinata realtà, propria soltanto di alcune imprese: quella di un particolare tipo di imprenditore concreto che, figura economica *complessa,* oltre a sostenere l'alea del processo produttivo, conferisce il capitale fondiario. Concordiamo col Bandini, quindi, nell'affermare che appare arbitrario l'assumere il reddito fondiario quale generale indice di convenienza, anche se ciò è, ormai, entrato nell'uso corrente ([5]). Tutto ciò porta, ovviamente, a rispondere negativamente al quesito propostoci circa l'equivalenza o meno dei due classici schemi.

Nella nostra trattazione conviene, quindi, distinguerli: essi, infatti, se posti a base del giudizio di convenienza dell'imprenditore contadino, sono suscettibili di critiche in parte diverse.

([5]) Non è dubbio che lo schema del reddito fondiario è stato studiato avendo presente la figura dell'imprenditore proprietario del fondo, figura che ha evidentemente polarizzata l'attenzione degli economisti agrari.

Quali le ragioni di questa polarizzazione e della creazione di un apposito termine atto ad esprimere il complesso del beneficio fondiario e del profitto? Giustamente nota il Bandini che il fatto che l'imprenditore proprietario sia una delle figure più diffuse non è sufficiente a spiegare la preferenza; infatti, altre figure di imprenditori (affittuari, mezzadri, ecc.) sono non meno diffuse. Afferma il Bandini che « La ragione di quella preferenza è invece da ritrovare nel fatto che il beneficio fondiario sarebbe legato a fenomeni di rendita ricardiana e rappresenterebbe, quindi, nel meccanismo economico dell'azienda agraria, l'elemento ultimo, *differenziale,* del bilancio aziendale, sul quale andrebbero in definitiva a scaricarsi i buoni o i cattivi risultati della gestione agraria ».

Fatto sta che il beneficio fondiario, o per fenomeni di rendita, o per fenomeni ben più concreti di quasi-rendita, è di difficile valutazione tanto dal punto di vista pratico quanto dal punto di vista concettuale; d'altra parte un errore nella sua valutazione incide fortemente sul bilancio. Cosichè è stato estremamente *comodo* calcolarlo per differenza, conglobandolo col profitto.

Non sembri, infine, nè fuori della realtà nè poco scientifico il pensare che l'impostazione essenzialmente capitalistica di molti economisti, abbia contribuito non poco nel polarizzare l'attenzione sul capitale fondiario anzichè sul lavoro, il quale, pure, è assai spesso il maggior conferimento di molti imprenditori e non è certo di più facile valutazione del beneficio fondiario.

LO SCHEMA DEL PROFITTO

Dopo quanto ha messo in evidenza il Bandini, non appare dubbio che il classico schema che pone in evidenza il profitto non si presta, per la sua astrazione, a spiegare la realtà economica di imprese concrete; tanto meno a insegnare agli imprenditori come formulare il proprio giudizio di convenienza per espletare la loro attività pratica.

Tuttavia potrebbe venire fatto di domandarsi se tale astrazione dipenda dal modo convenzionale con cui sono calcolati i vari componenti del costo di produzione, oppure se essa sia nella stessa natura dello schema e quindi irrimediabile. Ma a ben osservare, ci si accorge che il dilemma, in realtà, non sussiste. I vari componenti del costo sono calcolati in modo convenzionale proprio perchè non si possono calcolare in modo diverso; e ciò non per difficoltà pratiche, che si potrebbero considerare idealmente superabili, ma per impossibilità concettuale. È impossibile, infatti, apprezzare quantitativamente i fenomeni di quasi-rendita e di rendita, di viscosità, di imperfetta concorrenza, di costi soggettivi. Del resto quanto si può dedurre dagli scritti del Bandini (6) e del Proni (7) circa la impossibilità di calcolare scientificamente il costo di produzione, già ci dice implicitamente che il profitto non può essere calcolato che in modo convenzionale e che quindi un giudizio di convenienza che si basi sul profitto non può non essere astratto. Esso conserva tutto il suo valore di rigoroso schema logico, ma non è suscettibile di applicazione pratica nè per guidare l'imprenditore nè per spiegare la realtà dei fenomeni economico-agrari.

Solo nel caso in cui i componenti del costo di produzione fossero tutti espliciti, cioè nel caso dell'imprenditore puro, il calcolo del profitto non sarebbe convenzionale e potrebbe servire a un giudizio di convenienza concreto; ma è troppo noto come la figura dell'imprenditore puro sia di per sè così astratta, che il pensare che il profitto possa in tal caso costituire un indice di convenienza concreto, rappresenta, per così dire, una contradizione in termini.

È altresì da notare che solo nel caso dell'imprenditore puro si potrebbe giungere al profitto prescindendo dalla cognizione dell'equilibrio eco-

---

(6) Bandini M. — *Giudizi economici ecc.* op. cit.

(7) Proni G. — *Contributo alla studio del costo di produzione in agricoltura.* INEA, Roma 1940.

Ci sembra che tentativi più brillanti e razionali di quelli fatti da questo Autore per risolvere il problema, non possano essere pensati.

nomico: infatti solo in tal caso si potrebbe *constatare* un costo e una sua eguaglianza o differenza con il ricavo; ma quando, invece, il costo lo si deve *calcolare*, non si può determinarlo che ponendoci idealmente in una posizione di equilibrio. Solo così, infatti, è possibile misurare il profitto, in quanto l'affermazione di una differenza fra costo e ricavo, quando il costo è calcolato, non può reggere se il calcolo non è fatto con riferimento a una situazione di equilibrio che ne costituisca la base: altrimenti si va nel puro arbitrio.

Ma quale posizione di equilibrio? Per il fatto stesso che si constata un profitto, positivo o negativo, si ammette di non trovarsi in una posizione di equilibrio: occorre, quindi, fare riferimento a una posizione ipotetica. Ma se andiamo nel campo delle ipotesi, ognuna di esse è altrettanto legittima. Non si esce quindi dal circolo vizioso e non si può che confermare il valore puramente logico dello schema che pone in evidenza il profitto.

Tuttavia giova osservare che nei giudizi di convenienza intesi a guidare gli imprenditori o a spiegarne il comportamento economico, non occorre tanto valutare il profitto in senso assoluto, quanto confrontare fra loro profitti inerenti a combinazioni produttive diverse. Ne viene di conseguenza che lo schema del profitto può consentire anche applicazioni pratiche, sebbene non rigorose, quando si abbia la fondata presunzione che le variazioni di profitto, sia pure calcolato convenzionalmente, siano sostanzialmente variazioni di vero profitto, in quanto la convenzione metodologica sussista immutata e incida egualmente nei calcoli inerenti alle diverse combinazioni produttive.

LO SCHEMA DEL REDDITO FONDIARIO

Come abbiamo visto, lo schema che pone in evidenza il reddito fondiario rappresenta già un'approssimazione a una particolare realtà ed ha quindi un grado di concretezza maggiore che non quello del profitto; ma proprio per questo, dicevamo, il reddito fondiario non può essere assunto a generale indice di convenienza economica per qualsiasi tipo di imprenditore agrario, mentre è indice ineccepibile per quel particolare tipo di imprenditore per il quale è stato studiato: cioè l'imprenditore proprietario fondiario. Se lo si vuole usare in altri casi, lo schema diventa anch'esso convenzionale, e non serve nè a guidare gli imprenditori, nè a spiegarcene il comportamento economico.

Si noti bene che quando diciamo imprenditore proprietario, intendiamo dire imprenditore che sia esclusivamente proprietario fondiario, senza rivestire altre figure economiche; solo in questo caso, infatti, le variazioni di reddito fondiario rappresentano sicuramente variazioni di profitto, in quanto gli altri elementi del costo di produzione sono, per ipotesi, elementi espliciti, essendo riferiti a terzi rispetto all'imprenditore preso in esame. In caso diverso, il modo irrimediabilmente convenzionale con cui sono calcolati gli altri elementi del costo, fa sì che un giudizio di convenienza basato sul reddito fondiario, può trascurare fondamentali aspetti del bilancio dell'imprenditore concreto ed essere completamente falsato. Ciò appare già perfettamente chiaro dopo quanto ha scritto in proposito il Bandini; ma, ad ogni modo, le considerazioni che svolgeremo sul giudizio di convenienza dell'imprenditore contadino, chiariranno ancor più come la critica circa l'applicazione dello schema in parola a imprenditori non adatti, lungi dall'essere una sottigliezza dottrinale, coinvolga la attendibilità fondamentale di certe spiegazioni della realtà economica.

Naturalmente lo schema in parola tanto più diventa convenzionale quanto maggiori sono i conferimenti non fondiari del proprietario imprenditore. Diventa, quindi, particolarmente inadatto quando fra questi vi è il lavoro manuale, che spesso rappresenta un conferimento assai più oneroso che non lo stesso capitale fondiario.

Lo schema, poi, diventa manifestamente inadatto e pleonastico quando lo si voglia applicare a imprenditori o coimprenditori non proprietari. È evidente, infatti, che nulla interessano a un affittuario, a un mezzadro, a un partecipante, le variazioni di profitto conglobato con il beneficio fondiario. Molto più li interessano le variazioni del profitto di loro spettanza, le quali potranno essere opportunamente conglobate piuttosto con un qualsiasi elemento del reddito netto.

Il caso dell'imprenditore che sia anche e soltanto proprietario del fondo è assai raro; vi si avvicinano, tuttavia, molte figure di imprenditori proprietari di terreni a coltura estensiva, o addirittura a pascolo con particolari tipi di soccida, poichè in tali casi appaiono praticamente trascurabili, in confronto al conferimento del capitale fondiario, gli altri conferimenti reali o personali dell'imprenditore.

A tale ipotesi si avvicina anche il caso degli imprenditori proprietari di aziende caratterizzate da una bassa intensità di capitale d'esercizio, anche se, magari, dotate di un'alta intensità di investimenti fondiari. In tale caso, infatti, anche il conferimento personale di lavoro direttivo da parte del proprietario, si riduce a ben poca cosa e quindi, in complesso, il costo di

produzione è preponderantemente costituito da elementi espliciti e dal beneficio fondiario; le variazioni di reddito fondiario hanno allora un significato ben chiaro come base del giudizio di convenienza.

Un esempio di tali tipi di imprese ci è dato da molte aziende a mezzadria dell'Italia Centrale, di cui giustamente il Tofani [8] rilevava lo scarso dinamismo correlato con la bassa intensità di esercizio e con l'alta intensità fondiaria.

IL CRITERIO DI VALUTAZIONE DEL LAVORO FORNITO DALL'IMPRENDITORE

È noto come più volte il Serpieri [9] abbia messo in evidenza che all'imprenditore contadino poco interessano le variazioni di compenso unitario del suo lavoro, mentre egli è assai più sensibile alla variazione di compenso annuo.

Superfluo è qui ricordare, dopo quanto ha scritto il Bandini, come la spiegazione di tale fenomeno, così di frequente constatato, si possa trovare, anzichè in fattori estramercantili, nel fatto ben concreto della scarsa trasferibilità del lavoro e in altre considerazioni circa il corretto modo di valutare il lavoro stesso.

Giustamente, d'altra parte, nota il Bandini che il suddetto fenomeno è stato forse troppo generalizzato e che non mancano esempi che denotano una tendenza del tutto contraria, quando la possibilità di trasferimento del lavoro in altre attività concorrenti sussista concretamente.

Resta, inoltre, da vedere fino a che punto possa spingersi la supposta scarsa sensibilità del contadino di fronte a variazioni del suo compenso unitario, anche quando la trasferibilità del lavoro non sussista. È strano, ad ogni modo, come nella stessa opinione dell'uomo della strada, il contadino venga talvolta giudicato un lavoratore disinteressato, lieto di profondere la propria fatica per una particolare passione verso la terra, mentre tal'altra lo si giudica come il prototipo dell'avarizia e dell'attaccamento all'interesse.

---

[8] TOFANI M. — *La mezzadria nell'Italia Centrale.* Rapporto della Commissione Economica per la Costituente. I. Agricoltura - 2° Appendice alla relazione. Ist. Pol. dello Stato, Roma, 1946.

[9] V. specialmente: SERPIERI A. — *Corso di Economia e Politica Agraria,* Vol. I. Barbera, Firenze, 1940.

Il fenomeno è certamente complesso e ne va discorso un po' a lungo. Per esempio un'atteggiamento particolare, che dà luogo a meditare sull'argomento ed è di complessa spiegazione, ci ha colpito nell'immediato dopoguerra. A detta di tecnici e di proprietari agricoltori, il mezzadro dell'Italia Centrale aveva perduto le sue doti di inesauribile operosità e rifiutava perfino di fare talune operazioni (per esempio raccolta delle olive cadute per terra) che prima della guerra avrebbe considerato imperdonabile trascurare. È da notare che nella fattispecie non si presentavano, in genere, altre concrete possibilità di lavoro fuori del podere, chè anzi tutta l'attrezzatura industriale era stata sconvolta dalla guerra; nemmeno si notava la tendenza a impiegare in altre operazioni agricole più redditizie il lavoro risparmiato grazie alle trascuratezze sopra accennate.

Il fenomeno ammetteva certamente varie spiegazioni: lo sconvolgimento psichico portato dalla guerra, l'atmosfera di latente guerra civile e di rivolta sociale che permaneva, la assenza di giovani tuttora prigionieri o militari, il loro ritorno in condizioni fisiche non adatte a un normale rendimento in lavoro, erano tutti fattori che certamente influivano fortemente; nè il considerarli costituisce certamente un ricorso a spiegazioni pseudologiche, poichè si trattava di un periodo assolutamente anormale.

Tuttavia, a ben osservare, si nota che poteva esserci anche un genuino motivo economico, strettamente correlato con la valutazione del lavoro in quelle particolari circostanze. Lo vedremo meglio in seguito.

Per spiegare questi fatti, come per spiegare quelli in senso contrario universalmente noti, ci sembra opportuno approfondire le nostre considerazioni sull'elemento lavoro manuale e sulla valutazione che, a seconda delle circostanze, il lavoratore imprenditore ne fa, spesso con mirabile intuito di *homo oeconomicus,* anche se in via del tutto istintiva e sintetica e ponendosi da un punto di vista eminentemente soggettivo.

La nostra trattazione non ha pretese di giungere a determinazioni quantitative circa il costo da attribuire al lavoro dell'imprenditore; è noto, infatti, come tale determinazione sia difficile sul piano pratico ed anzi concettualmente impossibile, almeno in via assoluta. Nota, a questo proposito, il Bandini, che la determinazione del costo del lavoro umano richiederebbe, fra l'altro, la determinazione del costo di produzione dell'uomo lavoratore: cosa evidentemente assurda [10]. La nostra trattazione, invece, si propone

---

[10] BANDINI M. — *Giudizi economici ecc.* op. cit.

Tuttavia è bene notare che tale assurdo calcolo del costo di produzione dell'uomo lavoratore interessa la valutazione del costo del lavoro in senso assoluto, ma non interessa il giudizio di convenienza. L'uomo, infatti, viene procreato per

di esaminare analiticamente quali elementi costituiscono il costo del lavoro, agli effetti del giudizio di convenienza.

Nel giudizio di convenienza dell'imprenditore contadino la valutazione del lavoro ha, come scopo, quello di confrontare un onere, cioè un costo, con un compenso, cioè con un ricavo.

Il compenso potrà essere, come spessissimo avviene, conglobato in un reddito netto complesso; tuttavia il confronto, almeno idealmente, permane. Le variazioni della differenza fra onere e compenso, cioè le variazioni di profitto, saranno ancora una volta l'indice di convenienza. Rimane, beninteso, anche qui la impossibilità di applicazioni quantitative, pena il ricadere nel convenzionale ed astratto; ma lo schema logico, sia pure vivificato e concretato caso per caso in forma estremamente elastica e soggettiva, è questo e porta a passare da una serie di confronti fra costi e ricavi al definitivo confronto fra le loro differenze in relazione alle diverse combinazioni attuabili concretamente.

Ne viene di conseguenza che la valutazione del lavoro va fatta dal punto di vista dell'onere che esso comporta. Non interessano, invece, altri punti di vista, da cui potremmo metterci, quali il valore di scambio, il costo di surrogazione, il valore di trasformazione. Potrebbe sembrare che questi, piuttosto, potessero tornare utili in una seconda fase, quando, confrontato l'onere con il ricavo nelle diverse combinazioni produttive, si trattasse di confrontare fra di loro le differenze. Potrà darsi il caso, per esempio, che una combinazione produttiva richieda minor lavoro e che tale lavoro possa essere venduto, cioè impiegato a salario, oppure impiegato in altre attività aziendali o extraziendali libere, o, infine, che il minor lavoro possa essere reso possibile da una rinuncia a una determinata operazione colturale, oppure dalla surrogazione con una macchina. Ma, a ben osservare, si vede che queste varie possibilità costituiscono già combinazioni produttive diverse, anche se riferite più all'individuo che alla vera e propria azienda agricola, e che quindi se ne deve tener conto come di combinazioni autonome, i cui oneri di lavoro e i cui ricavi vanno confrontati,

---

motivi naturali ed ideali; il suo costo, quindi, non modifica il giudizio di convenienza, poichè la procreazione, il mantenimento e l'educazione dei figli fino all'età del lavoro è norma inderogabile, indipendente dalla loro successiva utilizzazione. Ci troviamo, in sostanza, di fronte ad un fenomeno che ha qualche analogia con la rendita, per cui il costo sostenuto o da sostenere non influisce sul giudizio economico. Ciò è tanto più vero in quanto trattandosi di lavoratori manuali, spesso non qualificati, è praticamente trascurabile il costo del loro addestramento al lavoro in confronto al costo per puro mantenimento.

per poi passare alla fase finale del confronto fra le differenze. Tutto ciò apparirà più chiaro nelle ultime parti di questa memoria.

Tentiamo quindi di analizzare l'onere del lavoro, cioè di precisare gli elementi che vi influiscono. Sempre senza pretese di determinazioni quantitative, ciò potrà costituire un'utile base per l'apprezzamento di taluni fenomeni, cioè per spiegare la realtà economica dell'agricoltura.

ANALISI DELL'ONERE DI LAVORO DELL'IMPRENDITORE

Nell'onere del lavoro possiamo distinguere i seguenti quattro elementi costitutivi, i quali tutti hanno una rilevanza economica attuale, cioè incidono sul costo quale va considerato per un giudizio di convenienza.

Il primo elemento, di natura prevalentemente psichica, consiste nel sacrificio inerente al lavoro e corrisponde, a un di presso, a quello che il Clark [11] definisce come *rinuncia al riposo*. Il secondo elemento consiste nel mantenimento del lavoratore e dei suoi familiari, il terzo nella reintegrazione dell'energia consumata nel lavoro. Il quarto, infine, consiste in quella che possiamo indicare come assicurazione contro l'invalidità e la vecchiaia del lavoratore.

Non prendiamo, invece, in considerazione un quinto elemento, e cioè l'interesse del capitale impiegato per produrre l'uomo lavoratore, poichè, come abbiamo visto prima, tale elemento, per un fenomeno analogo alla *rendita,* non gioca nel costo *attuale* del lavoro agli effetti del giudizio di convenienza. È da notare, tuttavia, che in determinati tipi di impresa familiare, questo elemento trova tradizionalmente compenso nel mantenimento dei vecchi genitori da parte dei figli adulti, il che fa sfumare l'elemento stesso con l'assicurazione per l'invalidità e vecchiaia da una parte, e con il mantenimento dei familiari a carico dall'altra.

Nel considerare gli elementi costitutivi dell'onere del lavoro, si deve porre attenzione a non incorrere in un facile equivoco, in cui ci sembra sia incorso lo stesso Clark: quello di considerare alla stessa stregua gli elementi costitutivi e i punti di vista, cioè i criteri di valutazione, sotto cui si può valutare il lavoro. L'equivoco è certamente facile per quei legami economici che uniscono il costo al valore; tuttavia una cosa è esaminare gli elementi costitutivi dell'onere, cioè, in sostanza, analizzare il costo, e una

---

[11] CLARK J. M. — *Studi sull'economia dei costi costanti.* Nuova collana degli Economisti, Vol. V. UTET, Torino 1932.

cosa valutare il lavoro dal punto di vista del suo valore di scambio, del suo costo di surrogazione, del suo valore di trasformazione ecc. ([12]).

Venendo, dunque, a studiare i quattro elementi che a nostro parere costituiscono l'onere del lavoro, possiamo notare che il primo elemento (sacrificio inerente al lavoro) è caratteristico unicamente del lavoro umano, in quanto solo l'uomo è soggetto dei fatti economici e solo il sacrificio che prova l'uomo può, quindi, avere un peso economico che si ripercuota sul costo.

È un fatto che il lavoro, oltre al mantenimento del lavoratore e alla reintegrazione dell'energia spesa, implica un sacrificio cui, nel giuoco delle forze economiche, può corrispondere un compenso. Tuttavia non sempre vi corrisponde di fatto, poichè tale sacrificio acquista un peso economico solo quando sia già assicurato, col lavoro o in altro modo, il mantenimento del lavoratore; solo allora, infatti, può verificarsi la astensione dal lavoro come reazione alla mancanza di detto compenso, mentre, finchè il mantenimento non sia assicurato, non si può avere, per ovvie ragioni, tale reazione e quindi il sacrificio psicologico non può acquistare una propria individualità economica.

L'entità di questo sacrificio è poi variabilissima, non solo a seconda dell'individuo, ma per uno stesso individuo a seconda della quantità e della qualità del lavoro richiesto. Per quantità assai piccole di lavoro e per individui normali, il sacrificio psicologico è nullo o addirittura negativo, tramutandosi in un diletto; ma via via che la quantità di lavoro aumenta, il sacrificio unitario aumenta fino a giungere alla intollerabilità.

Il secondo e il terzo elemento costitutivi dell'onere del lavoro sono analoghi — *mutatis mutandis* — a quelli che siamo abituati a considerare nel lavoro animale, sotto forma di razione di mantenimento e di razione di produzione; con la differenza che il mantenimento dell'uomo lavoratore non si riduce, come nel caso degli animali, al solo fabbisogno per il ricambio fisiologico dell'organismo, ma comprende tutto un complesso di necessità pischiche e fisiche il cui soddisfacimento si riassume in un determinato tenore di vita. È da notare, inoltre, che tale complesso di necessità

([12]) Il CLARK (op. cit.) ci sembra cada in questo equivoco quando afferma « Il costo del lavoro può essere considerato sotto almeno cinque punti di vista: stanchezza del lavoro, mantenimento del lavoratore, reddito dell'investimento in forza di lavoro, alternativa offerta al lavoratore e, finalmente, costo in danaro per il datore di lavoro ». Infatti, a parte la incompletezza dell'analisi del costo, ci sembra che l'autore ponga sullo stesso piano concetti di natura diversa, e cioè elementi costitutivi del costo e possibili criteri di valutazione.

è riferibile non soltanto all'individuo lavoratore, ma anche ai suoi familiari a carico, e ciò non soltanto da un punto di vista morale, che qui non intendiamo prendere in esame, ma anche da un punto di vista strettamente economico: infatti, l'individuo normale è portato per natura e per formazione spirituale a sentirsi congiunto strettamente ai suoi familiari, cosicchè se non fosse soddisfatto il mantenimento di essi, egli inciderebbe a loro favore sul proprio mantenimento, il che porterebbe, oltre un certo limite, alla cessazione del lavoro. Il mantenimento dei familiari, quindi, è proprio elemento integrante del costo del lavoro.

Naturalmente questo complesso di necessità psichiche e fisiche che costituiscono un determinato tenore di vita, varia moltissimo da individuo a individuo, da categoria a categoria, da epoca a epoca, da civiltà a civiltà. Esso è, quindi, assai soggettivo ed elastico: tuttavia, per una data epoca, civiltà, categoria sociale, è, in pratica, relativamente obiettivo e abbastanza uniforme, salvo per casi marginali che non interessano per la spiegazione della realtà economica.

Indubbiamente il tenore di vita considerato necessario varia anche col variare del reddito, poichè, appunto, la sua elasticità e soggettività fa sì che l'uomo consideri, entro certi limiti e finchè non abbia cambiato abitudini, indispensabile quello che è abituato a considerare tale. In questo senso, dunque, si può considerare il costo del lavoro come funzione anche del compenso che il lavoro stesso ottiene; ciò che non deve fare meraviglia, quando si pensi ad altre correlazioni reciproche, abituali nella realtà economica, quale, per esempio, la correlazione fra costo di produzione di un prodotto e prezzo del prodotto stesso.

Il quarto elemento, e cioè l'assicurazione contro l'invalidità e vecchiaia, ha certamente un'attualità, e quindi una incidenza sul giudizio di convenienza, più evanescente rispetto agli altri tre. Tuttavia, se non ci si trova in una società primitiva e barbara, esso ha il suo peso economico. Talvolta questo peso potrà essere sopportato solo parzialmente e indirettamente dall'impresa, per essere scaricato in parte sulla società (assicurazioni obbligatorie, legislazioni sociali, beneficenza pubblica ecc.); altre volte potrà, come abbiamo accennato, trovare compenso implicito nel mantenimento degli invalidi da parte dei lavoratori validi della famiglia, come assai spesso avviene fra i contadini imprenditori; in tal caso acquista una certa attualità e concretezza, sebbene in forma del tutto implicita, anche l'interesse sul capitale impiegato per allevare e avviare al lavoro i figli, in quanto i sacrifici fatti dai genitori trovano, in taluni tipi di economia familiare, un qualche compenso e una restituzione da parte dei figli stessi a favore dei genitori ormai vecchi.

È, infine, da notare che i quattro elementi da noi considerati, si combinano fra loro, caso per caso, in proporzioni molto diverse nel tempo e nello spazio; inoltre essi hanno ciascuno un grado di rigidità pure molto diverso. La reintegrazione dell'energia è un dato fisiologico imprescindibile e, per così dire, matematico; il suo peso, tuttavia, può variare a seconda del tipo di alimentazione usato a parità di valore energetico. Il mantenimento ha, come abbiamo visto, una grande elasticità; ancor più elastico è, indubbiamente, il sacrificio fisico-psicologico inerente al lavoro: molto spesso esso non può fare sentire il proprio peso economico autonomo, poichè, come abbiamo veduto, se il mantenimento non è soddisfatto pienamente, il lavoratore non può reagire alla mancanza di specifico compenso per il sacrificio inerente al lavoro, astenendosi dal lavoro stesso. In determinati individui, poi, e per determinate piccole quantità di lavoro, il sacrificio può, come abbiamo accennato, addirittura diventare negativo, cioè trasformarsi in piacere.

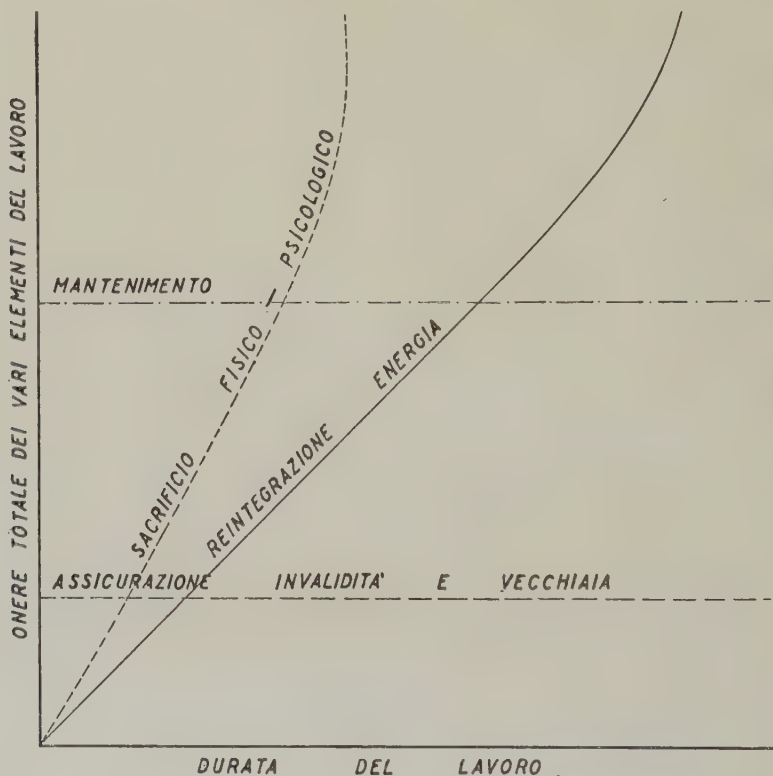
L'assicurazione per l'invalidità e vecchiaia ha essa pure un peso molto variabile da caso a caso, nel tempo e nello spazio.

Il tutto, poi, è reso più complesso dal fatto che il peso di ciascun elemento sul costo unitario del lavoro varia secondo andamenti diversi col variare della quantità di lavoro.

In linea di massima, tuttavia, possiamo notare questo: l'onere unitario del sacrificio inerente al lavoro, tende a crescere con la quantità complessiva del lavoro stesso, fino a diventare, oltre certi limiti, insopportabile e, quindi, economicamente non più compensabile. La reintegrazione dell'energia consumata si può, probabilmente, considerare entro larghi limiti proporzionale alla quantità di lavoro, cioè ha un peso unitario costante. Oltre certi limiti, tuttavia, il rendimento fisiologico indubbiamente decresce e si giunge a un punto in cui non è più possibile nessuna reintegrazione altro che attraverso il riposo; limite, quindi, non superabile.

Il mantenimento, invece, tende piuttosto ad avere un peso costante rispetto alla quantità complessiva del lavoro, cioè tende ad avere un peso unitario decrescente. Analoghe considerazioni si possono fare per il peso dell'assicurazione invalidità e vecchiaia.

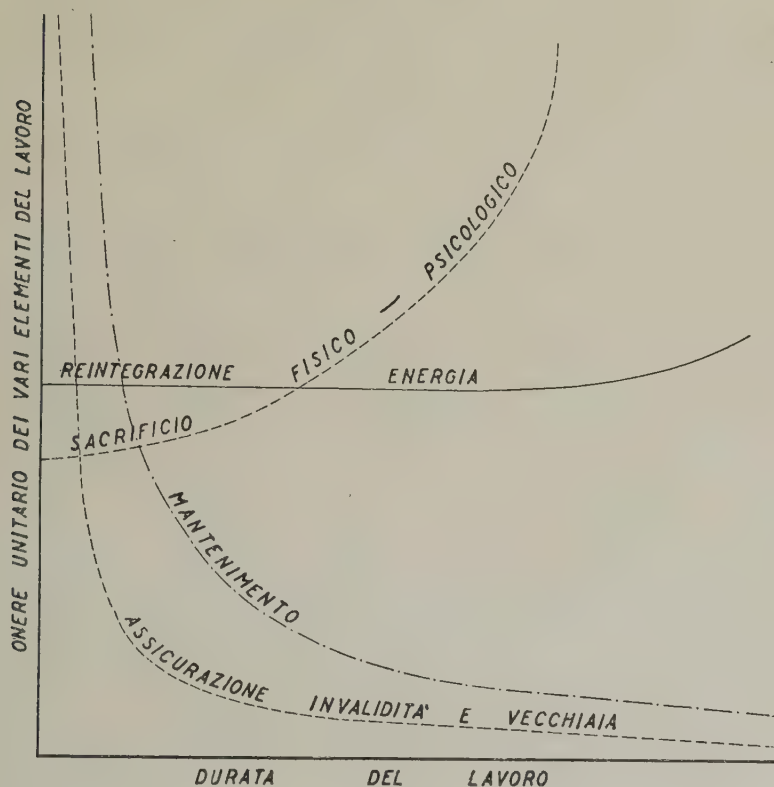
Siccome, poi, il mantenimento ha un peso indubbiamente preponderante rispetto agli altri elementi, tanto più che non sempre il sacrificio fisico-psicologico può fare sentire il suo peso economico utonomo, ne deriva che il costo complessivo del lavoro ha, entro certi limiti, una tendenza alle caratteristiche del costo costante.

Il Clark ([13]) afferma, appunto, che siamo più nel vero considerando il costo complessivo del lavoro come costante che non considerandolo come variabile; ciò che conferma, implicitamente, l'opinione espressa dal Serpieri ([14]), secondo cui il lavoratore imprenditore è portato a impiegare nella sua azienda il lavoro di cui dispone e a cercare di ricavarne il maggior reddito possibile, senza molto preoccuparsi se il lavoro sia prestato in misura maggiore o minore.

Tuttavia, dato quanto abbiamo esposto circa i vari elementi costitutivi dell'onere del lavoro, è chiaro che l'andamento del suo costo complessivo non può essere costante; esso, infatti, risulta da varie componenti di cui due sole, e sia pure preponderanti sulle altre, possono avere un peso

---

([13]) Clark J. M. — Op. cit.

([14]) Serpieri A. — Op. cit.

tendenzialmente costante sul costo complessivo e quindi decrescente su quello unitario, mentre altre due sono certamente convarianti con la quantità di lavoro. Più precisamente il sacrificio tende ad essere più che proporzionale e quindi ad aumentare il suo peso sul lavoro unitario; su ciò influisce anche il fatto che di regola, aumentando il lavoro, viene meglio assicurato il mantenimento e, quindi, il sacrificio può far sentire più distintamente il proprio peso economico autonomo.

La reintegrazione dell'energia è, probabilmente, proporzionale entro certi limiti, per poi diventare a sua volta più che proporzionale e per giungere, entro un certo limite, al blocco completo di ogni possibilità di incremento del lavoro.

Volendo esprimere graficamente gli andamenti dei singoli elementi costitutivi dell'onere del lavoro, in funzione della sua quantità, si avrebbero, ben inteso senza pretese di esattezza nè di determinazione quantita-

tiva, curve dei tipi accennati nei presenti diagrammi. Il primo diagramma rappresenta gli andamenti dei singoli elementi, considerando la quantità totale del lavoro; il secondo quello degli stessi elementi, considerando l'onere delle successive unità di lavoro.

Non è possibile, a causa della indeterminatezza quantitativa e del vario peso che, caso per caso, hanno le singole componenti, avere un'idea dell'andamento della risultante. Tuttavia è chiaro che, come abbiamo visto, questa, per l'onere totale, non può essere una costante e che, mentre varia da caso a caso, ha anche un andamento regolato da leggi diverse a seconda della quantità del lavoro.

IL COMPENSO DEL LAVORATORE IMPRENDITORE

Quanto abbiamo detto circa la valutazione del lavoro, dal punto di vista dell'onere che esso costituisce, ci fa subito intuire che anche il compenso del lavoro stesso, quando si tratti di contadini imprenditori, non è di semplice valutazione. È solo esaminando caso per caso la realtà della vita aziendale, la quale si sfuma con la realtà della vita familiare, che si può percepire il vero significato e il vero peso del reddito. L'interpretazione del reddito, senza limitarci alla superficie del convenzionale valore aritmetico dei suoi componenti, ha altrettanta importanza per la spiegazione del giudizio di convenienza, di quanta ne ha l'interpretazione dell'onere di lavoro.

Normalmente il contadino imprenditore percepisce un reddito netto che non è solo reddito di lavoro, ma è invece un reddito complesso riferibile anche all'uso di capitali, all'alea dell'impresa, al lavoro intellettuale. È soltanto per amore di analisi e per chiarezza concettuale, che si può scindere fra loro questi vari componenti; ma quando si pretende di scendere a determinazioni quantitative, si cade irrimediabilmente nel convenzionale e ci si allontana dalla realtà. Il fatto è che detti componenti sono intimamente collegati fra loro e solo per astrazione si può, per esempio, valutare il reddito di lavoro prescindendo da quel capitale, il cui investimento nel processo produttivo condiziona proprio la possibilità dell'investimento di lavoro.

Inoltre, l'analisi precedentemente fatta dell'onere del lavoro, ci consente di vedere il reddito in relazione alla realtà della famiglia-impresa. Infatti tutto ciò che concorre a coprire uno o più elementi dell'onere, può essere considerato componente del reddito, anche se sfugge a un esame superficiale del reddito stesso.

Va poi tenuto presente che il reddito che conta, agli effetti di un giudizio di convenienza, è il reddito reale, il quale consiste nella possibilità di soddisfare determinati bisogni economici inerenti a determinate abitudini di vita; se tali abitudini cambiano, per esempio per il parziale inurbamento della famiglia contadina, molti elementi di reddito vengono ad annullarsi soggettivamente, in quanto non soddisfano più a determinati bisogni che più non sussistono, mentre altri ne prendono il posto.

Se ne deduce che non soltanto il reddito influenza il costo del lavoro, attraverso l'elemento tenore di vita come abbiamo visto, ma ne è a sua volta influenzato se lo si considera come reddito reale.

Si supponga il caso di una famiglia di contadini proprietari autonomi, che vivono in una casa sul fondo. Il loro reddito netto è dato dal reddito monetario (al netto dalle spese e dalle quote di reintegrazione nonchè dal compenso di servigi di terzi) più i prodotti consumati direttamente, più l'uso dell'abitazione.

La stessa valutazione dell'entrata monetaria, come componente del reddito reale, non è concettualmente così semplice come potrebbe sembrare: infatti i beni di consumo e strumentali in cui il reddito monetario si può trasformare sono, quantitativamente e qualitativamente, funzione dell'ambiente economico-sociale in cui la famiglia vive o con cui può avere, di fatto, contatti più o meno facili e frequenti. Per esempio, una radio o una bicicletta verrà, probabilmente, a costare di più che non se la famiglia vivesse in città e potesse facilmente fare acquisti scegliendo in un mercato ad accentuata concorrenza; i prodotti alimentari non industriali verranno, probabilmente, a costare assai meno. Un vestito rozzo potrà soddisfare il bisogno di coprirsi senza che, praticamente, il contadino che lo indossa senta il sacrificio di non possedere un vestito migliore, mentre se stesse in città il bisogno di vestirsi sarebbe soddisfatto con un vestito più fine e costoso. La legna da ardere, eventualmente comprata nelle vicinanze, potrà soddisfare in maniera adeguata il bisogno di riscaldarsi e di fare da cucina, mentre a nulla servirebbe, forse, in un'abitazione in città, a parte il suo costo assai maggiore che non in campagna. Una partita a bocce nella vicina osteria potrà costituire uno svago soddisfacente; in città lo svago sarebbe diverso e con diverso costo.

Gli esempi potrebbero moltiplicarsi; ma già risulta evidente come il valore reale del reddito monetario sia collegato con l'ambiente economico-sociale.

Lo stesso, e a maggior ragione, si può dire circa la complessità della valutazione dei prodotti consumati direttamente in famiglia; essi, dato un certo complesso di gusti e di abitudini, soddisfano determinati bisogni ali-

mentari; probabilmente, in ambiente economico-sociale diverso, sarebbero sostituiti da altri alimenti a costo diverso, a parità di valore nutritivo. Infine l'abitazione colonica corrisponderà, probabilmente, a determinate esigenze di vita. In altro ambiente economico-sociale, o anche per quei membri della famiglia che si inurbassero parzialmente, le esigenze sarebbero diverse e a costo diverso.

La casa, poi, è anche in funzione delle esigenze aziendali e quindi anche del lavoro da compiere; il fondo ha una evidente funzione di assorbire il lavoro della famiglia; l'una e l'altro avrebbero, per esempio, un prezzo di mercato ben diverso se i possibili acquirenti fossero contadini o se fossero, invece, piccoli capitalisti in cerca di investimento.

L'esistenza del podere e la sana tradizione familiare fanno, probabilmente, che l'onere dell'assicurazione per l'invalidità e vecchiana sia coperto in forma implicita e, forse, nel modo migliore; fatto, questo, assai importante anche se non facilmente valutabile in cifre.

Il mantenimento, cioè il tenore di vita, può essere pure assicurato in modo soggettivamente soddisfacente, anche se i beni consumati per questo sono, astrattamente, di minor valore di quelli consumati da altre categorie di lavoratori. La reintegrazione dell'energia consumata nel lavoro è, probabilmente, pure assicurata. Infine il sacrificio inerente al lavoro può, in detrminate condizioni, essere compensato agevolmente anche da una bassa quota di reddito: si tratta di un elemento, come abbiamo visto, anche psicologico, e il suo peso varia moltissimo a seconda del tipo di lavoro. Certamente un lavoro fatto in piena libertà e sul proprio fondo pesa, a parità di sforzo fisico, meno di un lavoro fatto a salario.

Tutto quanto abbiamo detto, dà al reddito di lavoro una complessità certamente non comoda nè adatta a facili determinazioni quantitative; in compenso, ci sembra, porta a una maggiore aderenza alla realtà; a quella realtà che la massa degli imprenditori contadini mostra di intuire assai bene e di avere ben presente nel proprio comportamento economico.

IL GIUDIZIO DI CONVENIENZA DELL'IMPRENDITORE CONTADINO

Analizzato l'onere del lavoro, analizzato il reddito netto e vistolo nel suo significato di reddito reale, visti i legami che intercorrono fra onere e reddito e tra i componenti dell'uno e dell'altro, pensiamo di avere acquisite le premesse necessarie per una retta interpretazione del giudizio di convenienza dell'imprenditore contadino.

Il giudizio di convenienza dell'imprenditore contadino si prospetta sostanzialmente così: fra varie combinazioni produttive implicanti differenti

conferimenti di lavoro e di capitali e suscettibili di differenti redditi netti reali, scegliere quella più conveniente. Naturalmente il giudizio sarà ristretto a quelle combinazioni produttive che siano concretamente possibili, non solo da un punto di vista obiettivo, ma anche da un punto di vista soggettivo.

Il giudizio consta, idealmente, di due fasi, come abbiamo accennato: in una prima fase si confronta per ciascuna combinazione l'onere con il reddito; in una seconda fase, evidentemente molto più breve e sintetica, si confrontano fra loro le differenze riscontrate nei singoli precedenti confronti. Tali differenze potremmo chiamarle senz'altro profitto, se non temessimo che la parola richiamasse troppo l'idea del profitto calcolato secondo il consueto schema astratto.

I confronti della prima fase sono estremamente complessi: elastico e soggettivo l'onere, elastico e soggettivo il reddito; l'uno e l'altro influenzati dall'ambiente economico-sociale, l'uno e l'altro reciprocamente influenzantisi, l'uno e l'altro non traducibili in cifre perchè non suscettibili di determinazioni quantitative.

Questa complessità, questa indeterminatezza quantitativa si riflette, ovviamente sul confronto della seconda fase. Il risultato finale del giudizio non può, quindi, che essere estremamente elastico e soggettivo.

Giova qui ripetere quanto ha affermato il Bandini: che la scienza economico-agraria non ha la pretesa di essere normativa e tanto meno di insegnare all'imprenditore come formulare un corretto giudizio di convenienza. Essa serve a spiegare la realtà economica.

Quando, dunque, si studia il comportamento di una massa di imprenditori contadini, dopo avere accertato che le condizioni dell'ambiente (fisico, economico-sociale, giuridico) siano generalizzabili alla massa oggetto dell'osservazione (e qui la rilevazione statistica, con tutti gli accorgimenti e le cautele che essa comporta, può essere fondamentale) il comportamento eventualmente uniforme o, quanto meno, uniformemente orientato degli imprenditori stessi, può essere spiegato con i criteri da noi esposti. In tal caso l'elemento soggettivo ed elastico, che pur sussiste sempre, viene in certo modo, ad obiettivarsi per l'uniformità delle condizioni ambientali. L'analisi dell'onere e del reddito delle combinazioni produttive può portare ad una spiegazione, accettabile e molto vicina al vero, della realtà economica.

È chiaro che i risultati dello studio potranno servire ed anzi essere preziosi anche sul piano della politica economica, grazie ad una sorta di estrapolazione ideale, più o meno arbitraria a seconda dei casi. Tuttavia

non bisogna mai dimenticare che si entra allora in un altro campo: in un campo tendenzialmente normativo, in cui il fine da perseguire è dato a priori da un giudizio politico, cioè morale, e in cui la spiegazione, prima acquisita, della realtà economica, può servire solo per guidare nella scelta dei mezzi.

Da quanto abbiamo detto nei precedenti paragrafi, appare chiaro che i vari componenti del reddito netto dell'imprenditore contadino sono intimamente collegati fra loro, più che in altri tipi di impresa, e solo con un certo grado di arbitrio si possono scindere e valutare separatamente.

D'altra parte, è evidente che, se non si possono valutare separatamente i componenti, non è nemmeno possibile giungere a confrontare i profitti di due combinazioni diverse. Tuttavia nel caso in cui queste dessero sicuramente luogo a identici conferimenti reali o personali, il confronto fra i due redditi netti avrebbe lo stesso significato del confronto fra i due profitti.

In sostanza, ci troviamo in una specie di circolo vizioso: per fare un confronto dei profitti, occorrerebbe poter analizzare i redditi netti; ma una tale analisi porta necessariamente all'arbitrio e al convenzionale. In altre parole, il giudizio di convenienza dovrebbe tenere conto del reddito netto nel suo complesso; ma è troppo noto come i redditi netti siano, per definizione, non confrontabili fra di loro, a meno di non essere resi confrontabili attraverso un'analisi che di per sè porta a disintegrare arbitrariamente i redditi netti stessi.

Tuttavia è nozione comune che gli imprenditori contadini, nei loro giudizi di convenienza sono, in realtà, largamente influenzati dall'entità del reddito netto.

La cosa, una volta accertata, sarebbe da tener presente anche se, per avventura, costituisse un atteggiamento del tutto irrazionale; ma questo atteggiamento degli imprenditori contadini ha un suo fondamento logico. Molto spesso, l'imprenditore contadino conferisce bensì capitali e lavoro all'azienda, in proporzioni varie e che talvolta possono portare a una preponderanza anche del fattore capitale; ma in molti casi le variazioni concretamente possibili nella combinazione produttiva vertono più su un diverso impiego di lavoro che su un diverso impiego di capitale. Ciò appare tanto più vero se si pensa che, attraverso la capitalizzazione del lavoro, anche molte prestazioni di capitale traggono origine da un investimento di lavoro.

Ora, ammesso che le variazioni concretamente possibili e che danno luogo a un giudizio di convenienza siano essenzialmente variazioni di la-

voro, e qualora si tengano presenti le considerazioni svolte a proposito della valutazione di questo, appare perfettamente logico che il giudizio di convenienza dell'imprenditore contadino sia influenzato largamente dal reddito netto: le variazioni di questo sono allora sostanzialmente variazioni di profitto. Il tutto, ben inteso, secondo il significato elastico e reale che abbiamo dato al reddito netto e all'onere del lavoro ([15]).

Naturalmente, però, non sempre è così. Anche prescindendo dalle variazioni di combinazioni che richiedono variazioni evidenti di capitale, non sempre una variazione nella quantità o nella qualità del lavoro può lasciare praticamente costante l'onere dei conferimenti: occorre vedere in quale fase del diagramma del lavoro ci troviamo. In determinate fasi, può darsi che anche un lieve incremento di lavoro rappresenti un incremento di onere tutt'altro che indifferente. Pur non avendo potuto dare un'idea nemmeno approssimativa dell'andamento dell'onere del lavoro secondo una risultante dei quattro diagrammi componenti, tuttavia si può facilmente intuire quali siano le fasi critiche in cui l'onere stesso è tutt'altro che costante: esse si hanno quando il sacrificio fisico-psicologico aumenta a dismisura e quando la reintegrazione dell'energia consumata non è più possibile che attraverso il riposo. In altre parole quando la capacità di lavoro dell'imprenditore si avvicini al limite. Il che, ovviamente, va inquadrato anche nell'elemento disponibilità di tempo.

Ma un altro fattore è da tener presente, perchè talvolta decisivo: la influenza del reddito sul costo del lavoro, secondo quanto abbiamo altrove accennato. Quando il reddito è tale da garantire la copertura del mantenimento, il sacrificio fisico-psicologico inerente al lavoro può, abbiamo visto, far sentire tutto il suo peso sul giudizio di convenienza.

Ciò può spiegare, a nostro parere, per quale precisa ragione economica i mezzadri dell'Italia Centrale nell'immediato dopoguerra parevano aver perduto la loro classica e inesauribile operosità. A parte le considerazioni già accennate sulle particolarissime condizioni di quel periodo, che risentiva ancora fortemente dello sconvolgimento bellico, è da tener presente che i mezzadri godevano allora di un grado di benessere, sia pure passeggero, mai conosciuto in precedenza. Non solo erano soddisfatte le esigenze del loro mantenimento secondo le abitudini acquisite gradata-

---

([15]) Osserviamo per analogia, che in taluni tipi di aziende capitalistiche ad orientamento essenzialmente statico, come la fattoria toscana, il proprietario imprenditore è portato a considerare soprattutto l'andamento del reddito netto, per il fatto che la staticità dell'ordinamento porta a una quasi costanza quanti-qualitativa dei conferimenti.

mente dalla loro categoria, ma addirittura potevano permettersi qualche lusso, tanto più notevole in un periodo in cui altre categorie erano immiserite e lottavano con la fame.

In tali condizioni, il sacrificio inerente al lavoro poteva far sentire tutto il proprio peso nel giudizio di convenienza; esso non era più un elemento evanescente del costo del lavoro, il quale veniva, così, ad esserne soggettivamente aumentato. Perciò, quando una determinata operazione campestre trovava un compenso troppo modesto, anche perchè diviso a metà col proprietario, il giudizio di convenienza era senz'altro negativo. Il colono mostrava di comportarsi da perfetto *homo oeconomicus*.

Questo stesso ordine di idee può spiegare il fenomeno, notato dal Bandini e da altri ([16]), per cui talvolta di fronte a un rialzo di prezzo di un determinato prodotto, la proprietà contadina reagisce con una diminuzione di produzione anzichè con un aumento.

Il fatto è che l'aumento di prezzo porta alla possibilità di coprire con minor lavoro e minor produzione gli elementi fissi dell'onere del lavoro; soddisfatte queste fondamentali esigenze, il sacrificio fisico-psicologico comincia a pesare in maniera autonoma, rialzando soggettivamente il costo dell'ulteriore lavoro che pur sarebbe possibile.

In sostanza si può concludere che, da un punto di vista soggettivo, il minor costo unitario del lavoro si ha quando il lavoro non è trasferibile ad altre attività e, nel contempo, quando non è ancora soddisfatta convenientemente l'esigenza del mantenimento e dell'assicurazione invalidià e vecchiaia. Quando, invece, tali esigenze sono già ampiamente soddisfatte, anche se non sussiste come alternativa la trasferibilità del lavoro, diventa però allettante l'alternativa del riposo, cioè aumenta l'elemento fisico-psicologico del costo del lavoro e quindi anche il costo nel suo complesso.

LA CONVENIENZA DELL'IMPRENDITORE CONTADINO NELLA TRASFORMAZIONE FONDIARIA

L'impostazione da noi data è di carattere del tutto generale e perciò si adatta tanto alla semplice conduzione dell'azienda, quanto alle trasfor-

---

([16]) BANDINI M. — *Agricoltura e crisi.* - Edizioni Agricole, Bologna, 1937. Fra i vari autori citati dal Bandini, vedi specialmente BELSHAW H. — *The profit cycle in agriculture,* Economic Journal, marzo 1926. Vedi pure l'indagine svolta da CARSLAW R. MC. G. e GRAVES P. E. — *Recent changes in the phisical oupout of arable farms,* Economic Journal, 1935; pure citati dal Bandini.

mazioni fondiarie attuate dall'imprenditore contadino. Del resto è troppo noto come il limite tra semplice conduzione e trasformazione, sia puramente concettuale, mentre nella realtà non esiste quasi mai una impresa di trasformazione distinta dall'impresa di conduzione, specialmente nell'economia contadina.

Tuttavia quando si tratta di trasformazione fondiaria, taluni aspetti di quanto abbiamo sin qui detto assumono caratteri particolari che vale la pena di sottolineare.

È noto il classico schema di giudizio di convenienza relativo a una trasformazione fondiaria: attraverso una o un'altra delle varie formule in uso, si contrappongono un onere inerente alla trasformazione e un incremento di valore ([17]).

Se si pensa che l'incremento di valore è funzione dell'incremento di reddito, pur non escludendo che sia funzione anche di altri fattori, e se si tiene presente il carattere elastico, soggettivo e reale che abbiamo dato al reddito quando lo si debba valutare allo scopo di impostare un giudizio di convenienza, appare chiaro che tali caratteri si riflettono anche sul giudizio di convenienza della trasformazione fondiaria. In sostanza il reddito di cui il contadino terrà istintivamente conto sarà il reddito come da noi concepito e la trasformazione sarà, quindi, giudicata con analoghi criteri.

Anche circa il costo, giova sottolineare che tutto quello che implica lavoro, verrà valutato dal contadino secondo quanto abbiamo già visto; il costo, quindi, potrà variare moltissimo non solo da azienda a azienda per i diversi caratteri obiettivi, ma anche da famiglia a famiglia a seconda di molte circostanze soggettive e, per una stessa famiglia, a seconda di situazioni addirittura contingenti. Si tratta di lavoro e come tale va valutato, cioè con tutta la indeterminatezza, la elasticità, l'aderenza alla realtà che abbiamo già visto.

Poichè nell'impresa contadina una gran parte del costo di una trasformazione è spesso costituita proprio dal lavoro fornito dall'imprenditore stesso, appare chiaro come tutto il giudizio di convenienza assuma caratteristiche particolari che possono sembrare completamente aberranti a chi osservi il fenomeno come se si trattasse di trasformazioni attuate da una impresa capitalistica. Diversi i criteri di valutazione del reddito, di-

---

([17]) Superfluo rammentare come il confronto possa essere fatto in termini di capitale, o di interesse, o di saggi d'interesse, e come in ogni modo i termini del confronto vadano finanziariamente sincronizzati. Superfluo, altresì rammentare che l'onere può essere composto di costi reali e di costi calcolati, nonchè di un costo diretto e di un costo indiretto, il quale ultimo può anche essere negativo.

versi i criteri di valutazione del costo: non possono essere che diversi anche i risultati del giudizio di convenienza. Siamo, effettivamente, in un particolare mondo economico, in cui le leggi dell'economia, pur conservando intatti i loro valori, assumono apparenze particolari; queste, se non si osservano bene le circostanze reali proprie di tale mondo economico, possono anche apparire contrastanti con le leggi stesse, mentre in realtà non sono che apparenze, che particolari applicazioni.

Tutto ciò può avere un'importanza notevole anche in termini di politica economica: infatti, da una parte sfata la leggenda della irrazionalità e antieconomicità di certe trasformazioni attuate dai contadini, dall'altra offre all'uomo politico la possibilità di estrapolare, con la dovuta cautela, la spiegazione di una determinata realtà economica ad altre realtà che si vogliono artificialmente formare o aiutare a formarsi.

Fra la semplice conduzione dell'azienda e la trasformazione fondiaria, sussiste poi una sostanziale differenza che fa sentire i suoi effetti sull'atteggiamento dell'imprenditore contadino: nella conduzione l'onere trova subito o assai presto il proprio compenso, mentre nella trasformazione lo sfasamento è molto maggiore. Nell'una, quindi, basta un modesto capitale di anticipazione, che in taluni tipi di aziende può anche essere nullo, o una modesta anticipazione di lavoro; nell'altra l'onere di anticipazione è assai maggiore.

Ora, dovendosi, nella trasformazione, proiettare il giudizio di convenienza nel futuro, più o meno lontano, questa proiezione tende a modificare sia la valutazione dell'onere, sia quella del reddito, sia le reciproche influenze fra onere e reddito; non soltanto per considerazioni sull'alea o per il ben noto e complesso fenomeno della valutazione degli eventi futuri rispetto agli attuali, ma perchè lo sfasamento tende a modificare taluni elementi dell'onere di lavoro, a farli pesare in maniera diversa.

Abbiamo visto, per esempio, che ha grande importanza la fase in cui il contadino si trova rispetto al proprio lavoro: se il mantenimento e l'assicurazione invalidità e vecchiaia sono già soddisfatti, il sacrificio fisico-psicologico può fare sentire in maniera autonoma tutto il proprio peso, mentre rimane economicamente evenescente, almeno entro certi limiti, finchè essi soddisfatti non sono. D'altra parte abbiamo visto che indipendentemente da ciò, quando è prossima a esaurirsi la capacità di lavoro dell'imprenditore, un incremento di lavoro fa sentire tutto il suo peso sull'onere complessivo.

Ma una trasformazione fondiaria, mentre esige un incremento immediato del lavoro, non comporta che un incremento futuro di reddito. Ne

viene di conseguenza che, da una parte, il contadino che non ha raggiunto ancora un soddisfacente mantenimento, deve per forza tendere a dare la preferenza a lavori di immediato rendimento piuttosto che a lavori di trasformazione fondiaria; dall'altra, il contadino che ha già raggiunto un mantenimento soddisfacente, sente tutto il peso economico del sacrificio fisico-psicologico inerente a un incremento di lavoro per effettuare la trasformazione stessa.

Posta in questi termini la questione, si potrebbe giungere alla paradossale conclusione che in nessun caso il contadino può effettuare trasformazioni fondiarie a basso costo soggettivo. Ma, a parte il fatto che la realtà d'ogni giorno smentisce questa ipotetica conclusione, occorre osservare che assai spesso il contadino si trova nella condizione di non essere soddisfatto del proprio mantenimento, ma di non poter tuttavia migliorarlo presto profondendo lavoro in operazioni di rendimento immediato; inoltre, occorre ricordare che, data la complessità di quello che, sinteticamente, abbiamo chiamato mantenimento, la sua congruità o meno è cosa estremamente elastica e soggettiva, mentre in genere l'uomo tende sempre a non essere perfettamente soddisfatto del proprio stato e quindi a cercare di migliorarlo. Il fenomeno si fa poi tanto più vivace ed evidente quando una zona si trova in fase evolutiva: allora è diffusa nella popolazione una generica aspirazione al miglioramento, il che può essere un potente stimolo a trasformazioni fondiarie.

Ma non appare dubbio che quando manca questa aspirazione (e ciò può avvenire sia con un tenore di vita molto modesto, sia con un tenore di vita notevolmente elevato) o quando questa può essere soddisfatta agevolmente con attività che trovano immediato compenso, l'impresa contadina tende a perdere la sua famosa intraprendenza trasformatrice.

È forse così che si può, in parte, spiegare il fenomeno, non infrequente in zone latifondistiche e precisamente in quelle in cui il cosiddetto *latifondo contadino* è al margine del *latifondo capitalistico*, per cui il contadino proprietario di un'azienda estensiva e non autonoma, preferisce ottenere un complemento di reddito andando a lavorare a salario o coltivando estensivamente appezzamenti di grano in compartecipazione o a terratico, piuttosto che rendere autonoma la propria azienda mediante trasformazioni fondiarie, che pur sembrerebbero convenienti. Sebbene i salari siano talvolta spaventosamente bassi e il rendimento della coltivazione del grano assai misero, il contadino si adatta a un pesante lavoro pur di raggiungere il minimo per il proprio mantenimento; ma non può darsi alle trasformazioni, perchè il raggiungimento di questo mantenimento mediante il salario o la coltivazione di fondi altrui, esaurisce la sua capacità di lavoro.

In zone, invece, in cui ormai la proprietà contadina è diffusa e non vi sono possibilità di espansione del lavoro in aziende capitalistiche o in attività non agricole, il contadino sente maggiormente lo stimolo a trasformare la propria azienda.

Ciò può avere importanza assai notevole e può anche lumeggiare taluni aspetti negativi della cosiddetta simbiosi fra azienda contadina non autonoma e azienda capitalistica, aspetti che possono significare facile sfruttamento del lavoro e mancanza di stimolo alla trasformazione dell'azienda contadina, la quale pur sarebbe talvolta l'unica strada attraverso cui i lavoratori potrebbero migliorare le proprie condizioni di vita.

Naturalmente molti altri fatti possono concorrere, volta a volta, a spiegare il fenomeno sopra delineato: per esempio, la mancanza di opere pubbliche fondamentali, la deficienza di tradizioni miglioratarie, di cognizioni tecniche, l'assoluta mancanza di risparmio-capitale necessario, sia pure in misura modesta, alla trasformazione, la difficoltà di smerciare convenientemente i prodotti dell'azienda trasformata. Ma certamente anche il fattore da noi posto in evidenza può contribuire a spiegare molte situazioni in cui la proprietà contadina sembra non godere della sua tradizionale capacità di trasformazione fondiaria a basso costo soggettivo.

LA CONVENIENZA DELL'IMPRENDITORE PARZIARIO

Un particolare cenno merita la posizione dell'imprenditore contadino parziario, cioè di quel contadino che, in forza di un contratto di mezzadria, o di colonia parziaria, o di compartecipazione, o di soccida, condivide con un imprenditore non contadino l'alea dell'impresa.

Variano da caso a caso i rapporti contrattuali; tuttavia avviene che i conferimenti dei due imprenditori associati sono in proporzione diversa a seconda dei singoli fattori, e che i prodotti vengono divisi in maniera pure diversa da caso a caso. La direzione spetta quasi sempre al socio non contadino; tuttavia, in pratica, avviene assai spesso che il contadino possa far valere, entro certi limiti e talvolta in maniera decisiva, il proprio parere. Molti poderi a mezzadria, non facenti parte di una tenuta organizzata, sono in pratica diretti dallo stesso contadino, mentre il proprietario si riserva quasi solo un blando controllo amministrativo e le decisioni che comportano specificamente esborso di capitali ([18]).

([18]) Per un approfondito esame dei rapporti di mezzadria quali si presentano ai nostri giorni, vedi TOFANI M. — *La mezzadria nell'Italia Centrale*. op cit.

Dato il tipo di rapporto, ne deriva che il giudizio di convenienza di ciascuno dei due coimprenditori non coincide necessariamente con quello dell'altro ([19]).

Diversi sono i conferimenti, diversa è, ormai quasi sempre, la quota di prodotto spettante a ciascuno: quindi ogni variazione della combinazione produttiva, che implica variazioni nei singoli conferimenti e variazioni nei prodotti, sarà per forza giudicata con punti di vista diversi da ciascuno dei due.

È da notare che tale divergenza sussisteva in tali tipi di contratti anche quando i prodotti venivano, come nella mezzadria, tutti divisi a metà; infatti i conferimenti erano pur sempre diversi. La ripartizione dei prodotti in quote diverse dal cinquanta per cento non fa che marcare di più una divergenza che già sussisteva anche prima.

Se prendiamo come prototipo la mezzadria classica dell'Italia Centrale, vediamo che l'uso del capitale fondiario è fornito tutto dal coimprenditore non contadino (generalmente proprietario terriero, eccezionalmente affittuario o usufruttuario ecc.); così pure vengono sostenuti esclusivamente da lui gli oneri inerenti all'ammortamento e manutenzione del capitale stesso, nonchè alla direzione dell'azienda. Il capitale d'esercizio è in quota prevalente fornito da lui, mentre gli oneri inerenti al suo ammortamento e manutenzione sono divisi a metà; le spese di conduzione sono più o meno a metà; il lavoro manuale è fornito tutto dal contadino. I prodotti sono normalmente divisi con una quota del 53 % a favore del contadino, salvo patti particolari per talune speciali produzioni.

Con tali rapporti contrattuali, è chiaro che il mezzadro avrà un proprio giudizio di convenienza molto diverso da quello del proprietario terriero.

Ogni variazione nella combinazione produttiva porterà, in genere, una variazione nei singoli conferimenti di capitale e di lavoro, alterando un supposto equilibrio preesistente fra gli oneri del mezzadro e quelli del proprietario; talvolta sarà una variazione di capitale cui non corrisponde analoga variazione di lavoro o addirittura vi corrisponde una variazione in senso inverso; talvolta sarà una variazione di solo lavoro; talvolta, infine, sarà una variazione che lascerà immutati i rapporti preesistenti. Un eventuale incremento di prodotto, poi, interesserà in misura diversa i due imprenditori associati.

([19]) Circostanza notata anche dal SERPIERI in *Istituzioni di Economia Agraria*. Edizioni Agricole, Bologna, 1950.

In effetti, noi constatiamo ogni giorno che il contadino desidera innovazioni che comportino aumento di capitale e, magari, diminuzione di lavoro: per esempio l'acquisto di una macchina operatrice, quale una seminatrice, una mietilegatrice ecc. è tanto ben visto dal mezzadro che, in talune zone in cui il mezzadro tende a essere un piccolo capitalista, questi provvede addirittura da sè ad acquistarla. Gradito è anche tutto ciò che comporta investimento di capitale insieme a un maggior lavoro futuro, purchè compensato da un proporzionato aumento di reddito colonico: così quasi sempre sono desiderati i miglioramenti fondiari, specialmente in quei poderi che, per essere stati alquanto abbandonati, lasciano un margine talvolta ampio alla possibilità di lavoro della famiglia e d'altra parte non consentono, allo stato attuale, il pieno soddisfacimento del mantenimento della famiglia colonica secondo il tenore di vita cui essa aspira. Ma quando il podere è vasto ed estensivo, difficilmente il mezzadro desidera opere di miglioramento che portino ad una intensivazione: egli sa che la sua capacità di lavoro è già assorbita, mentre d'altra parte la vastità del podere gli consente un buon tenore di vita. In tali circostanze, una intensivazione porterebbe un incremento di lavoro a costo soggettivo assai elevato, quando pure non sboccasse fatalmente nello sdoppiamento del podere.

Decisamente sgradita è ogni nuova operazione colturale, richiesta da una tecnica più progredita, in quanto essa comporta soprattutto un incremento di lavoro cui non sempre corrisponde un adeguato incremento di reddito colonico; mentre il proprietario terriero fruisce di un incremento di reddito che, per piccolo che sia, rende sempre conveniente per lui l'innovazione tecnica, se essa non comporta incremento di spesa e se, ben inteso, essa non va a detrimento di altri impieghi di lavoro più redditizio ([20]).

Ecco che allora il mezzadro diventa retrogrado, misoneista; ma al fondo di tutto un complesso di misoneismo, di attaccamento alla tradizione, di ignoranza professionale, sta un chiaro problema economico, che il mezzadro intuisce assai bene.

Così pure il mezzadro si ostina spesso ad attuare talune colture secondarie che, nell'ambiente collinare dell'Italia centrale, non danno quasi alcun prodotto: in genere si tratta di prodotti che, pur senza una esplicita pattuizione, vanno però quasi integralmente al mezzadro, come i fagioli, i ceci ecc. E il pollaio familiare, anche se fonte di apparenti bisticci fra gli

---

([20]) È evidente che il problema di scelta sussiste anche per il proprietario terriero, poichè la quantità di lavoro di cui il colono è capace, è un mezzo di produzione disponibile normalmente in quantità limitata.

uomini e le donne della famiglia colonica nel momento critico della maturazione di certi prodotti (grano, uva) è, in realtà, visto di buon occhio da tutti: gli uomini si accorgono « che i polli sono scappati » a pascolare nel grano o nella vigna, solo quando il proprietario terriero o un suo incaricato fanno un rimprovero.

La dose di massima convenienza nella concimazione chimica, non è ormai più la medesima per i due soci: il mezzadro ha convenienza, *ceteris paribus,* a usare dosi più alte, poichè l'incremento di prodotto non è più a metà, mentre ancora a metà è la spesa d'acquisto. Non appare dubbio che la nuova quota di ripartizione rappresenta, da questo punto di vista, un potente stimolo al progresso tecnico, almeno in quelle zone in cui, di fatto, il mezzadro influisce quanto e più del proprietario sulla scelta della quantità e della qualità dei mezzi produttivi.

Anche l'equilibrio fra famiglia e podere è, facilmente, misurato con metro diverso dai due soci. Il proprietario terriero ha tutto l'interesse a garantirsi un'esuberanza di forza produttiva, e ciò fino al limite in cui un eccesso di unità consumatrici non finisca per essere un peso che egli stesso deve, in pratica, sopportare. Così facendo egli ottiene una garanzia che tutte le operazioni colturali, le quali per lui sono di regola convenienti, vengano effettivamente eseguite; infatti, da un lato la necessità di raggiungere un minimo di tenore di vita per la numerosa famiglia, dall'altro l'ampio margine di capacità lavorativa, fanno sì che il colono trovi soggettivamente basso l'onere di tali operazioni e le giudichi convenienti, in mancanza di altre possibilità che gli consentano di raggiungere meno faticosamente un certo tenore di vita.

D'altra parte per il proprietario non sussiste più il problema della scelta per l'impiego di un mezzo produttivo disponibile in quantità limitata: di fatto la capacità di lavoro tende allora ad essere illimitata e il limite di convenienza per il proprietario tende a spostarsi verso l'infinito, poichè l'incremento di prodotto sarà sempre superiore al costo, che per lui è zero, dell'operazione colturale che l'ha determinato ([21]).

Il mezzadro, naturalmente, ha una convenienza diversa: egli tende piuttosto, entro i limiti del ragionevole, a cercare un podere esuberante

---

([21]) È da notare tuttavia, che tale tendenza del proprietario trova un limite nel fatto che la piccolezza del podere implica un maggior investimento di capitale fondiario, specialmente case coloniche, per unità di superficie. Se guardiamo non ai casi singoli, ma alla massa delle famiglie coloniche di una zona, vediamo che la sua composizione media è quella che è e rappresenta un fatto non modificabile: ottenere una esuberante forza lavorativa, significa perciò fare poderi più piccoli e quindi un maggior numero di case.

rispetto alla forza della famiglia: con ciò pensa di garantirsi più facilmente il raggiungimento di un buon tenore di vita e un più elevato compenso unitario per il proprio lavoro. Effettivamente, in tale situazione, l'ipotesi della produttività decrescente può molte volte giocare a suo favore nell'impiego del suo lavoro; d'altra parte il proprietario terriero è posto, allora, davanti a un problema di scelta, per cui non ha più convenienza a obbligare il colono a fare operazioni colturali anche di scarso rendimento in proporzione al lavoro che esse richiedono.

Quando la desiderata esuberanza del podere rispetto alla famiglia non ci sia, il mezzadro tende, talvolta irresistibilmente, a impiegare una parte della capacità di lavoro familiare in attività extrapoderali. Ciò è in netto contrasto con l'interesse del proprietario e della produzione aziendale ed è un elemento di crisi che incrina la compagine familiare. Forse è un elemento che concorre a spiegare anche, da un punto di vista economico, la tendenza dei giovani a sottrarsi all'autorità, un tempo patriarcale, del capo-famiglia. Indica, anche, che non è sempre debolezza quella del capo-famiglia che spesso lamenta tale tendenza, ma di fatto la tollera e talvolta la incoraggia nascostamente. Anche qui il motivo economico non va sottovalutato ([22]).

Tutto ciò, oltre a spiegare molti fatti e molti atteggiamenti che constatiamo nella pratica di ogni giorno, fa meditare sulla effettiva portata dei vantaggi produttivi che il contratto di mezzadria può portare: appaiono, infatti, evidenti taluni punti di vista contrastanti su fondamentali fattori della combinazione produttiva, cosicchè il contratto ci appare raggiungere meno perfettamente quella unità di intenti che è considerata uno dei suoi principali pregi.

Nello stesso tempo, in un periodo in cui il contratto di mezzadria è in corso di trasformazione per opera della legge, ci sembra che le considerazioni svolte possano far meglio vedere al politico quali ripercussioni favorevoli o sfavorevoli siano da aspettare in seguito a ciascuna innovazione contrattuale.

([22]) A tale tendenza, che quasi sempre finisce con lo smembramento della famiglia colonica, il proprietario è costretto a rimediare rimpiccolendo i poderi e, quindi, aumentandone il numero. Soluzione, questa che lascia veramente dubbiosi circa la sua opportunità da un punto di vista economico. Vedi TOFANI M. — *La Mezzadria nell'Italia Centrale* op. cit.

CONCLUSIONI

Quanto abbiamo finora esposto, può apparire forse distruttivo più che costruttivo, in quanto negando, per quanto concerne l'impresa contadina, aderenza alla realtà, e quindi vero valore scientifico, a schemi ormai classici, non può tuttavia sostituirli con altri schemi ugualmente adatti a determinazioni quantitative.

Ma la realtà è quella che è e, se vogliamo spiegare i complessi fattori che danno origine al comportamento economico degli imprenditori contadini, dobbiamo analizzarla nella sua concretezza, senza rifugiarci in comodi schemi astratti che le fanno velo più che spiegarla.

D'altra parte, quanto abbiamo esposto ci sembra che possa adempiere a quella che è la vera funzione dell'economia agraria secondo i concetti del Bandini; per essa, infatti, più che giungere a impostazioni numeriche, apparentemente esatte ma lontane dalla realtà che vorrebbero rappresentare, importa giungere a spiegare la natura e l'origine dei fatti economici interessanti l'agricoltura.

Ci sembra, altresì, che quanto abbiamo esposto possa non rimanere solo un sottile giuoco di logica, ma, spiegando la realtà, possa servire anche in sede di politica economica e quindi per scopi molto pratici.

In sostanza, di fronte al problema se l'imprenditore contadino sia o non sia quasi indifferente al compenso unitario del proprio lavoro, e se il suo particolare atteggiamento sia o non sia da riferire a motivi economici, possiamo rispondere:

— che egli non può dirsi, in via assoluta, indifferente alla quantità di lavoro necessaria per raggiungere un determinato tenore di vita;

— che, tuttavia, il suo apprezzamento di tale quantità di lavoro varia a seconda delle circostanze, cosicchè in taluni casi e per talune fasi, finisce per giungere assai vicino alla detta indifferenza, mentre in altri casi e in altre fasi egli è assai sensibile a ogni variazione di quantità di lavoro;

— che il suo atteggiamento è spiegabile essenzialmente con motivi economici, i quali non si riducono solo alla trasferibilità o meno del lavoro, ma comprendono anche altre cause estremamente elastiche e soggettive, che pur acquistano una sorta di obiettività attraverso la loro uniforme azione, nel tempo e nello spazio, su molti imprenditori contadini.

Possiamo inoltre affermare che il giudizio dell'imprenditore contadino è uno dei più complessi, elastici e soggettivi, sia per la valutazione del-

l'onere dei conferimenti, sia per quella del reddito, il quale va concepito nel suo significato di reddito reale.

Infine possiamo confermare che l'imprenditore contadino parziario ha un proprio giudizio di convenienza che diverge da quello del suo associato non contadino. Tale divergenza fra i due coimprenditori associati, getta una certa luce su taluni problemi della mezzadria e ci fa apparire questo contratto sotto aspetti un po' diversi e meno favorevoli di quanto siamo abituati a considerarlo.

RIASSUNTO

Il giudizio di convenienza dell'imprenditore contadino, quale si può constatare nella realtà, ha particolari aspetti per cui non gli si adatta nè lo schema basato sulla determinazione, sempre convenzionale, del profitto, nè quello basato sulla determinazione del reddito fondiario.

L'analisi dell'onere del lavoro mostra che alcuni suoi elementi costitutivi si mantengono costanti col variare della quantità di lavoro, mentre altri variano proporzionalmente o più che proporzionalmente, cosicchè la risultante non può essere nè costante, nè proporzionale. Appare altresì che l'onere è quanto mai elastico e soggettivo.

Anche il reddito del contadino, concepito come reddito reale, appare legato a fattori soggettivi; inoltre risultano talune reciproche influenze fra oneri di lavoro e reddito.

Ne consegue che anche il risultato del confronto fra i due termini, cioè il giudizio di convenienza, è elastico e soggettivo. Questa caratteristica, che non consente determinazioni quantitative, può tuttavia spiegare molti fatti della realtà dell'impresa familiare.

Anche nel campo delle trasformazioni fondiarie, questa caratteristica porta a concludere che in taluni casi la proprietà contadina può trovare convenienti trasformazioni obiettivamente onerose, perchè il loro costo risulta soggettivamente basso, mentre in altri casi la loro onerosità è sentita anche soggettivamente.

Quanto all'imprenditore parziario, risulta che il suo giudizio di convenienza diverge, spesso profondamente, da quello dominicale.

ELENCO DEI LAVORI PUBBLICATI NEL 1953 SU ALTRE RIVISTE DAL PERSONALE DEGLI ISTITUTI E DAI DOCENTI DELLA FACOLTÀ DI AGRARIA DELL'UNIVERSITÀ DI SASSARI.

BARBIERI R. — *La prefioritura della canapa in Campania nel 1952.* Agric. Napol. n. 7-9, 1952.

— *Miglioramento della praticoltura e conservazione dei foraggi in Sardegna.* Agric. Sarda, n. 3, 1953, 19 pp.

— *I sistemi colturali del Mezzogiorno in relazione alle caratteristiche dell'ambiente.* Problemi agric. meridionale, Ist. edit. Mezzogiorno, Napoli, 1953, 31 pp.

— *Compiti e bisogni della sperimentazione agraria in Sardegna.* Italia agricola, n. 4, 1953, 15 pp.

— *Colture erbacee industriali in Sardegna.* Agric. Sarda, n. 8, 1953, pp. 241 - 248.

— *Fattori di azione sopra la produzione del pomodoro.* L'ambiente e la varietà. Annali Istit. Chimica Agr. Università Napoli, v. I, 1953, 19 pp.

GIOVANNINI E. — *Contenuto e significato dei colloidi umici del terreno* Nota 1: *Sul contenuto in humus colloidale di alcuni terreni lombardi.* L'Agric. It., Pisa, a. 53, (VIII n.s.), 1953, pp. 93-97.

— *Determinazione fotometrica del tiofene nel benzolo.* Annali di Chimica, v. 43, 1953, pp. 736-743.

— *Il molibdeno « elemento oligodinamico ».* Ann. Sperim. Agr., v. VII (N. S.), 1953, Suppl., estr. XVIII pp.

— (in collaboraz. con MONZINI A.). *Il problema dei prodotti di respirazione delle frutta conservate in celle frigorifere.* Nota 1: *Studi sul potere adsorbente dei carboni vegetali.* Ann. Sperim. Agr., v. VII (N. S.), 1953, estr. 6 pp.

MARTELLI M. — *Studi sugli Afidi italiani. III. Precisazioni su due note afidologiche di Macchiati e su alcune specie nuove descritte dallo stesso Autore per la Sardegna*. Boll. Lab. Zool. gen. e agr. Portici, v. XXXIII, 1953, estr. 12 pp., 5 figg.

MORANI V. — *La fertilizzazione del suolo*. Humus, 1953, f. 9, pp. 3-7.

— *Esperienze di concimazione sodico-potassica alla bietola nel comprensorio di Pontelongo*. L'Ind. saccarifera It., a. 46 (5-6), 1953, pp. 167-170.

— (in collaboraz. con MEDICI A.). *Ricerche di paleofertilità del suolo nel territorio di Cerveteri (Roma)*. La Ricerca Scientifica, a. 23 (10), 1953, pp. 1825-1826.

PAMPALONI E. — *Riforma agraria ed esigenze evolutive del credito*. Atti Convegno internaz. Credito agr., Sassari, 1953.

— *La Riforma in Sardegna. Orientamenti e prospettive*. Gallizzi, Sassari, 1953.

— *Equilibrio agricolo-industriale e Riforma fondiaria in Sardegna*. Atti Convegno studi industrializzazione Sardegna, Cagliari, 1953.

SÈRVAZZI O. — *La cancrena secca della papata*. L'Italia agric., 90 (4), 1953, pp. 261-266.

— *L'uso del blu diretto in fitopatologia*. N. Giorn. Bot. it., n. s. LIX, 1952, pp. 497-499.

— Botrytis paeoniae *Oud. nuova entità della micoflora italiana*. Ibid. pp. 573-575.

— *Su una ruggine di* Statice latifolia *Sm*. Ibid. pp. 576-577.

INDICE